"十一五"国家重点图书出版规划项目·科技史文库

中国天文学史大系

中国古代天文机构与天文教育

陈晓中　张淑莉　著

中国科学技术出版社

五"国家重点图书出版规划项目·科技史文库
中国天文学史大系

中国古代天文机构与天文教育

陈晓中 张淑莉 著

中国科学技术出版社
·北 京·

图书在版编目(CIP)数据

中国古代天文机构与天文教育/陈晓中,张淑莉著. 一北京:中国科学技术出版社,2008.12

(中国天文学史大系)

ISBN 978-7-5046-4844-0

Ⅰ.中… Ⅱ.①陈…②张… Ⅲ.①天文学-研究机构-中国-古代②天文学-教育-中国-古代 Ⅳ.P1-242 P1-4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 182650 号

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

http://www.kjpbooks.com.cn

科学普及出版社发行部发行

北京长宁印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×960 毫米 1/16 印张:25.5 字数:450 千字

2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

印数:1—2000 册 定价:66.00 元

ISBN 978-7-5046-4844-0/P · 117

《中国天文学史大系》编委会

策划编辑　吕建华　许　英

责任编辑　崔　玲

封面设计　赵　鑫

责任校对　刘红光　凌红霞

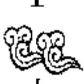
责任印制　王　沛



总 序

中国古代天文学建树非凡，遗泽久长，是我们民族的骄傲。我一直怀着崇敬的心情向往着这份文化珍宝。只是数十年漫漫学海中有许多错过的机缘，以致今天仍还像是一个鹄立在圣殿门前的朝圣者，终未能进入门庭。尽管如此，我仍然感受到很大的喜悦、有幸在新中国成立初期百废待兴之际，见证了在竺可桢先生的倡导下，中国古代天文研究跨出了前所未有的聚集人才、系统"攻关"的一步。从那时起，经两代人的努力，资料齐集，成绩斐然。如今又促成了这一由中国科学院自然科学史研究所牵头，组织全国各单位的天文学史研究者齐力完成的学术壮举——一部上起夏商，下逮近代，罗列我国古天文学万象的六百万言鸿篇巨制！

纯粹用现代科学的眼光审视古代天文学，首先，它是一门旨在认识天文世界——发现天文现象、探究天文规律的自然科学。这和今日的学科定位并无不同。其次，它是一门"观测的科学"，今日也仍然如此。如果把天文观测工具的"古"的界限设在天文望远镜应用之前，那么古代天文学眼界中所有的天体不超过 7 000 个，这使得天文实测研究的对象限于几个太阳系天体的表象及其运行轨迹，星空的监测以及几千个恒星的定位和陈列。这些，中国和其他古代文明的情况基本上一致，可以认为是历史的必然。



与之相应的天文理性认知的探求，这样规模的"天"，相对于地上的万物和人间的万众，虽然仍然是伟大、永恒，但也显得比较简单、稳定，导致了我国古代"天覆地载，人居于中"、天地人"三才"协调的宇宙观。这在一方面形成了宇宙结构、天体演化、天人感应的种种学说，成为我国古代哲学思想的一个组成部分；另一方面，把天文实测结果的解释引向到"天文"与"地理"的相关性、"天道"与"人事"的相关性的探求。前者把"天"联到了"地"，导致了在"时政"、"编历"这些"国之大政"上的应用；后者把"天"联到了"人"，应用到了当时同样属于"国之大政"的"星占"。这

些"应用天文学"备受尊崇，历代政权为之设立专职，在设备投资、人员培训上享有优遇，结果在历史长卷中成为我国古代天文学发展的主线索：保持了天象监测的长期持续性、主导了一代代天文仪器、实测方法的研究和发展以及一代代历算方法（和有关数学）的研究和发展。由此形成的堪称完整的体系，加上求实、求精的敬业传统，为我们留下了大量宝贵的历史资料和学术资料（其中也包括了与之相互影响的历代官方与非官方的天文著述，也包括了频繁出现的天文文物）。这种由长期皇权统治产生的古代版的"任务带动学科"的发展模式，历史功过暂且不去评论，但这份"资料宝库"对于今日中国天文学史工作者来说则是巨大的学术资源，当然同时也是巨大的责任，要很好地发掘和整理。

继 20 世纪 70 年代后期天文史料的一次大规模整理，中国天文学史工作者"自 1979 年起开始思索：是否有可能编著一部与中国天文学的悠久历史和广阔的内涵相适应的中国天文学史著作？商议的结果便是《中国天文学史大系》构想的诞生"（薄树人先生语）。

天文学是我国古代最发达的自然科学之一，在华夏科学、文化史中是一个具有连贯性的组成部分。在《中国天文学史大系》（以下简称《大系》）的全套书结构中，《中国古代历法》、《中国古代天体测量学及天文仪器》、《中国古代星占学》、《中国古代天象记录的研究与应用》、《中国古代天文学思想》、《中国古代天文机构与天文教育》、《中国古代天文学家》各立一卷，以概全面。完成这样的一部《大系》，可谓是从一个重要的侧面来认识华夏文化的源与流。

近世 100 多年，华夏文化受西方文化的冲撞，激湍跌宕，对传统文化的理解和传承出现前所未有的震动，至今波澜未已。其间在天文学上体现为结束古代传统、"转轨"西化、进入近现代的航道。《大系》中所设的《中国古代天文学的转轨与近代天文学》一卷，阐述了这一时期的历史。

全套书中用《中国少数民族天文学史》一卷介绍了对同属华夏文化的发掘和整理，是一项开辟性的探索。另一卷《中国古代天文学词典》篇幅达 47 万字，对天文典籍阅读者是十分有用的工具，也是好伴侣。《大系》共 10 卷，每卷 40 万到 80 万字。格局齐整，足以副"大系"之称。这是当年我国一代中青年天文学史工作者"聚水成渠"的宏愿。回溯"五



四”运动大潮中，我国现代天文学的先驱者们在率先“西化”的同时就着力启动了我古代天文学遗产的自力发掘和整理。60 年过后我们喜见《大系》的构思(1979)，然后是构思落实为计划(1990)、诞生了文稿(1999)，现在文稿得以付梓(2007)完成了“多年修就的善果”(陈美东先生语)。

《大系》从构思到面世历时四分之一世纪。多位学者为之贡献了属于一生中最好的年华。他们如今青丝成雪，有几位且已过早地离开了我们。编委会主任薄树人先生从一开始就为《大系》的筹、编、写呕心沥血，奋斗到了最后一息(1997)。继后陈美东先生以令人钦佩的执着挑起担子，完了大家的宏愿。而他们二位在本书跋记中所透露的甘辛，或亦足以在相应历史中着上耐人寻思的一笔！

王绶琯

2007 年 7 月于北京





前 言

我国古代天文学的产生和发展比较早，在历法研究、观象授时、天象观测、天文机构和天文教育等方面，都很有特色，在世界天文学史上占有重要地位。

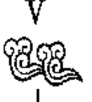
20世纪80年代初，中国科学院自然科学史研究所的学者，曾发起组织国内同仁编写《中国天文学史大系》，拟定书目、约请学者撰写。后因其他事务，未暇顾及，暂为搁置。

90年代开始，鉴于国内学术繁荣，出版事业昌盛，天文学史的研究成果日益增多，已具备将这些成果荟萃总结于新著作的条件和时机。于是，重提此事，报请中国科学院，得数理学部大力赞同，予以襄助；再次召开会议，审订书目，确定各书主编；延请学者，组成编委会；又得中国科学技术出版社鼎力支持，承担出版，共同主持、规划编务事宜。几经努力，虽已经历十多寒暑，然终抵于成；诚我国天文学史建设的盛举！

本书的编写目的在于：编撰我国古代天文机构和天文教育的形成、壮大与发展，以及在天象观测记录、历法编制、仪象制造、天文教育和民间天文学各方面的成就。

在我国古代，天文机构受到很大重视，作为国家政府部门，与国运兴衰、朝代更迭共呼吸。天文教育亦受国家关怀，源于官学，畴官世承，授自司天监；有的朝代还曾禁止民间私学天文；然而，这只是出自官方。作为"制历定朔、敬授民时"之学，并非禁所能止；其历律之理，亦渐为民间学人所掌握，而趋于普及民间。

我国古代天文典籍，浩如烟海，先贤的发明创造，宏论巨著，分见于历代书章，成为典籍宝藏。笔者知识浅薄，在此学林书海之中，如作深山探宝，自觉力不从心，只摘取有关的天文机构和教育章节加以汇集。由于我国天文发展跨越年代久远，而且历代典籍各有体裁，要想加以整理摘录，使之系统成章，并不容易，错漏之处，在所难免，敬请学者多加指

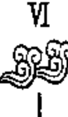


正。又因古代天文算学不分，故此，对在论述天文机构和教育方面，与算学相关情节，亦为涉及，以体现历史本来面貌。

如果本书这些篇章会对读者有所裨益的话当为之欣慰！

编　者

2008年2月10日





目　录



第一章 绪 论

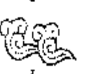
我国是世界上天文学发展最早的国家之一。在古代，国家重视天文，以制订历法、观象授时为重要政典之一。历法，产生于农牧业时代的需要，从萌芽时代起，经过历代的历算家为之倾注智慧与付出辛劳而渐趋精密。

历法的要素，建立在对日、月、星辰的观测而获得。我们的祖先重视实践，勤于观测，善于计算，一些创造发明成果保存在浩如烟海的典籍史册之中，体现了古代东方天文学的丰富内涵；于今，已在世界科技文化史上焕发出光华！

我国古代天文学独特之处还在于具有体系的完整性。举凡天象观测记录、历法计算、仪象研制以及人才培育，皆有协调发展，这反映了我们祖先长期实践的全面性。在认识思维方面，古人于早期的探索中也经历了蒙昧的占星、卜筮阶段；而后随着实践深化，逐渐摆脱羁绊，开拓正确的认识途径，从而达到更高的境界。因而可以这样说，早期的天文现象，是与占星的需要而并存。但是，经过长期实践验证，科学的天文历法孕育产生，使得各个时代天文观测机构的设立、观象台的兴建、编制职掌、教育训练都有明显发展。

史传黄帝时代已有灵台雏形，夏、商两代已有太史令；及至周代，制度已初具规模，工作性质分工范围有主管天文、望气、漏刻、卜筮，等等。主管天文的太史令跻身于卿相大夫之列，官阶品级不谓不高，职务亦相当繁重。

及至秦汉，事业相继，风气相承；设太史令以掌天时历法。随着政治和时代的变化，天文机构功能日趋完善，正式出现专业天文官员。到了唐朝，国势强盛，天文体制更为扩充，性质亦摆脱宗教祭祀的职能，逐渐发展成为治历的机构。司天监的名称，首次出现于史册，人员增加至千人。从史籍记载可知：唐朝的司天监中，天文教育系统亦完全建立，成为天文历数与教育同时并重的部门。



在天文观象方面，司天监中的监候主持实际观测，而灵台郎则负责天文教育；在制历方面，司历执行实务，保章正负责历算教育，下设算生；在测时方面，挈壶正主持实务，漏刻博士负责测时教育，下设漏刻生。综观当时，如此恢宏的天文机构，体制之严密，门类之齐全，比之当时世界上最先进的天文台，毫不逊色。

再者，在唐朝于国子监中设置算学，这是专科学校的原型。科举考试，曾有一时期设置明算科，以录取天文历算人员，其影响大于宋朝。宋徽宗时代，也设立算学馆，后为太史局管辖。继之元、明两朝，元有南、北司天台；明则有南京与北京观

象台之设。在天文教育方面，元朝的地方阴阳学，明朝有一时期也依照创办。至于清朝，钦天监之外，算学馆的设立，开辟了学习与培养天算人才的园地。

我国古代的天文教育发展并非一帆风顺。西周之前，“学术官守”盛行，于天文历算则为“畴人世家”，为太史、巫师所掌握。这些官员，都是子从父学，世代相传。至于民间的天文历算，则严禁传授。随着后来周室衰微，官学没落，才形成“天子失官”，畴人四散，学在四夷；民间才逐渐兴起“私学”传授天文。然而，在明朝的较长时间里，仍有严禁民间私学天文历算，以致造成当时天文衰落局面；及至明末，西学东渐，才唤起有识之士，竞相引进学习。

我国古代的书院，可称是传授天文历算的“佳地学苑”。清朝颜元之在河北漳南书院，阮元之在浙江诂经精舍以及广东的学海堂等讲授经史，兼及天文历算，皆为其中的佼佼者。更值得指出的是：清末的洋务派，于京师开风气之先，率先成立京师同文馆，设置算学天文馆于其中，讲授天文历算。此后，上海同文馆以及福建船政学堂和天津水师学堂等先后成立，除学习专业课程之外，兼及天文，虽此时所学的并非我国传统的天文历算，而属近代西方天文学，然而吸收外来科学文化，实有相辅相成的进步意义。

鉴于我国古代天文学之发达，天文机构作为国家政府建制，历经各朝代，延续数千年；而且在太学或国子监中开设算学科，以培养历法人才，这在世界上实为罕见。实际上，天文学与数学密切相关，天文学的发展借助于数学，而数学的发展也由于解决天文历法问题而发挥其分析之功。至今，一些天文学精彩篇章仍保存于数学典籍之中。《周髀算经》起源于天文测算，其推理即借助于数学的演绎。数学对天文学和制订历法所起的作用，可谓嘉惠良多，其深远意义在于期望借助于算学，建立起更精密的计算模式。数千年的历算发展，按这种规律而精妙算法迭起。《数书九章》中的“大衍求一术”，则为历算家用以求历法中的“上元积年”而珠联璧合，相得益彰。



为此，本书对历代天文历算家的首次发现（诸如最早导得某项准确数据，提出计算日、月、五星运行的等间隔内插法，以及后来改进为不等间距内插法；《开禧历》中运用“大衍求一术”计算“上元积年”方法；和《授时历》中的“白道交周”，以及“两个球面三角公式”的计算等）都加以论叙。以存其“传神之作”。

值得指出的是：古代的天文机构是当时颁布历法、观象授时的权力象征；作为授时的我国古代钟鼓楼，亦是天文机构的分支，遍布全国州县，深入民间，其作用和

漏，鸣宵析，使民朝作晚息……”

在浩如烟海的史籍丛文中整理其中的天文机构和天文教育部分，“提要钩玄，损益润色”，并非易事。然而，在整理过程中，综观历史，可以看出：我国古代天文机构颇为辉煌，天文教育制度亦很严谨，凝聚了无数先哲的智慧。他们以非凡精力开拓于前，将其研究心得留给人间，而后继者承前启后，发扬光大，共同描绘成今天我国古代天文学的历史画卷。诸位天文学先贤大师们在历史舞台上姿态纷呈：有的在顺利环境中功成名就，天文贡献及学术业绩甚多，这自不待言；然而，亦有处于逆境之中，虽流离颠沛，犹淡泊名利，刻苦自励，皓首穷经或终身执教，终于同登“学术有成”的领域。而后者其功力之深厚，见解之深刻，有的或为前者之所不及；其天文或历算的成就，载入史册，为后学赞赏不已。这些，在乾嘉学派的学人中，屡见不鲜，永远值得怀念和崇敬。

综上所述，似乎可以使我们从中国天文发展史的曲折过程中，领略到“宁静致远，积学参微”这个朴素的道理。这正是在我国古代天文领域卓有贡献、奋志搏击的学者们所奉行的座右铭。

第一节 概 说

中国是世界上四大文明古国之一，天文学发展很早，天文学与农业生产密切相关。据史家考证，距今七八千年前，我国黄河中游和长江下游的氏族区域就已有原始农业，20 世纪 20 年代在河南省渑池县发现的仰韶村遗址，被称为仰韶文化；70 年代在浙江省余姚县罗江乡河姆渡村发现了长江下游最早的新石器时代遗址，被称为河姆渡文化。在这些遗址出土的文物中，有粟粒和菜籽以及农业生产工具的骨耜就是证明。



有了原始农业，就开始了对天文的探索。从新石器时代遗址来看，当时人们已经有了观察天象决定方向的天文知识，住宅和墓坑都有向南取向型式；再从一些出土的新石器时代陶器的纹饰图案来看，也表现了先民对太阳、月亮、云气、山冈的观察。其中有一个复体的会意字，文字学家认为那就是“旦”字。这反映了当时已有借助于观察天象来确定时间的概念。

这一时期，正与我国历史传说中的炎帝神农氏、黄帝、少昊、颛顼、帝喾，直至尧、舜、禹时代相当。史载黄帝使羲和占日，常仪占月，臾区占星气，伶伦造律吕，大挠作甲子，隶首作算数，容成综此六术而作调历[①]。这些记载多为后人附会，未必

① 调历，就是指协调日、月运行周期，置闰成岁的初始历法。

可靠，但也从中可见历史的痕迹。我们从当时的农、牧业生产水平来看，可以知道当时对日、月、星辰、四季变迁已有一定认识。人类的认识就是从初级阶段逐渐向高级阶段状态发展的。

一、中国远古时代天象观察的传说

中华民族发祥于华夏本土，历史悠久；古籍对先民的天文观象已有记载。对史前阶段的传说也有叙述。史传伏羲氏始作甲历，详定岁时，使干支相配而年不乱，时不易，人知度而方不惑。《周髀算经》中说："古者庖羲立周天历度。"很可能在伏羲时代，就有专人从事最早期的观象授时和制历工作。

《后汉书》和《隋书·天文志》序中说："伏羲之王天下也，仰则观象于天，俯则取法于地，以天之七曜，二十八星周于穹圆之度，以丽十二位。其前，燧人氏建斗正方，定岁月日时方位。溯而上之，三皇时始制干支，定岁所在。历法渐进，然后设官治理庶政。此种古历有六，即黄帝、颛顼[1]、夏、殷、周、鲁等历。自黄帝积邪分[2]以置闰，造十六神历（调历），岁纪己酉；少昊时凤凰氏[3]为历正，正月朔旦立春。以南正重司天，火正黎司地。嗣二官咸废厥职，闰余乖次，历数失序。迨唐尧立羲和之官，治历象日月星辰，敬授人时，帝舜承之，璇玑玉衡，以齐七政；至夏后氏正建寅；殷正建丑，用《洪范·五纪》；周正建子。"

汉太史公司马迁在《史记·历书》中也这样写："神农以前尚矣。盖黄帝考定星历，建立五行，起消息，正闰余，于是有天地神祇物类之官，是谓五官。各司其序，不相乱也。"

以上这些传说，虽未必可靠，但是可以知道，古代治理国家之先，必须先从事观象授时，制订天文历法，以供人们生产活动，使得能将农、牧业的发展纳入一定的天象周期之中，而适应自然规律，有所依据。这种观点，我国典籍述之甚详，《左传》[4]称："闰以正时，时以作事，事以厚生，生民之道，于是乎在矣。"这说明当时对制历明时要求的迫切性。



我们再来考察《汉书·艺文志》记载："黄帝时有《黄帝五家历》三十三卷，颛顼时有《颛顼历》二十一卷，《颛顼五星历》十四卷；夏、殷、周、鲁历十四卷；汉元殷周牒历十七卷。"虽然因年代久远、文献不全而难以考证，但是，亦可推测当时已有一定治历基础知识。

---

① 颛顼：黄帝孙，昌意之子，即帝位初国于高阳，后都于帝丘。曾组织制订历法。

② 邪分：一年中日的分数部分。

③ 古时司历之官。

④ 《左传·鲁文公六年》所载。



从《尚书·尧典》，我们更可以看到当时的时令物候与生产得到进一步的和谐。述文称：

> 乃命羲和，钦若昊天，历象日月星辰，敬授人时。分命羲仲，宅嵎夷，曰旸谷，寅宾出日，平秩东作。日中[①]星鸟，以殷仲春。厥民析[②]，鸟兽孳尾。申命羲叔，宅南交，平秩南讹，敬致。日永星火，以正仲夏。厥民因，鸟兽希革。分命和仲，宅西土，曰昧谷，寅饯纳日，平秩西成。宵中星虚，以殷仲秋。厥民夷，鸟兽毛毨。申命和叔，宅朔方，曰幽都，平在朔易，日短星昴，以正仲冬。厥民隩，鸟兽氄毛。帝曰咨！汝羲暨和！期三百有六旬有六日，以闰月定四时成岁，允厘百工，庶绩咸熙。

旸谷与昧谷，是我国古籍所指日出、日没之处。南交与幽都，则是极南和极北的泛称。

平秩东作，是指岁起于东，春分时节，岁功方兴，开始农事耕作。

平秩西成，表示秋位在西，时令已属秋分，于时万物成熟。

平秩南讹，则是揭示季节交替，此时夏季南方炎热，万物生长化育有序。

平秩朔易，叙述冬月岁事已毕，除旧更新，所应当改易而准备的各项事情。

史传古代帝喾重视观象授时，有"历日月而迎送"的仪节。因而，"寅宾出日"与"寅饯纳日"则可以理解为：在春分日早晨，测候太阳的升起；而在秋分日傍晚，测候太阳的没落。有人考证：这就是对刚升起的太阳，识其初出之影。春分，日初出之影，于地面的方位为卯；所谓定气的春分，亦即春正。而在秋分日傍晚，测候日没方位为酉。实际上，春分和秋分日，太阳都出于卯而没于酉。至于夏至日和冬至日，在正午时测候，以表的影子长短，知日行的发敛，所不同的就在于方位为子、午，而春分、秋分则为卯、酉。这种见解不无可取之处。



而此时对应的星象，在黄昏时，星鸟正在南方天空的月份，就是仲春；星虚南中的月份，则是仲秋；大火星正南的月份，则为仲夏；昴星南中的月份，则为仲冬。而对于物候生产，在春季时，丁壮忙于农事，鸟兽繁殖；在夏季时，生物荣茂；在秋季时，收获喜悦；在冬季时，则岁毕过冬。这就是远古时代，相当于公元前 2000 年，依据星辰出没，判定季节的原始方法。四季循环往复，生态更迭替新，逐渐形成"年"的概念。所谓期三百有六旬有六日，意即一年共有三百六十六天；这就足以证明距今四千多年前，古人已经认识到回归年的大致长度，并已具备置闰月的初步知识。

---

① 非指中午，是指昼夜平分的春分前后，因春分漏刻，于夏永冬短为适中，昼夜皆五十刻。

② 分散、分开之意。

二、中国古代占星术

占星术,是一种根据某些天象来占卜人间事务的方术。远古时代,由于人们不了解天象产生和变化的原因,相信各种奇异天象如彗星、流星、日食、月食等都有主宰人类的力量,从而把各种奇异天象看做是要发生某种人间灾祸的征兆。这是一种前兆迷信,是占星术的前身。在殷、商时期的殷墟卜辞中有这样一条:“癸酉贞日夕又食,佳若。癸酉贞日夕又食,匪若。”其大意为:这天发生日食,是好事还是坏事?这是把日食当作一种征兆。

从西周末到战国,是占星术产生、发展的时期。《左传》、《国语》中占星记载非常多,其所以如此,原因有二:其一,占星既然是利用奇异天象来占卜,必然只有在天文观察发展到一定阶段才产生;其二,春秋、战国是中国历史大动乱时期,战争频仍,人们生活不稳定,使得人们相信天命,相信占星术。

我国古代占星术有一个鲜明特点,那就是占卜君主和国家的命运;这与“天人相通”、“天人感应”的思想有关。天有意志,君主失政,则天将出灾祸以警告;君主有德行,则风调雨顺。可以说,占星术的发展,与天人感应思想互相影响,互为呼应。于是,占星术亦被官方所利用,使得当时的天文学家肩负二任,一为观象授时,一为占星。

《汉书·天文志》开卷就说明了占星的政治目的:“……五星所行,合散犯守,凌历斗食,彗孛飞流,日月薄食……此昔阴阳之精,其本在地,而上发于天者也。政失于此,则变见于彼,犹景之象形,响之应声。是以明君睹之而寤,饬身正事,思其咎谢,则祸除而福至,自然之符也。”可见,占星的目的就是使君主从与这些异常天象相应的大自然变化中,不断内省,以防止因失政而引起灾祸。

正因为占星术为政治所利用,结果造成在整个封建社会中,占星术与天文学同政治结合的局面,给我国古代天文学的发展以巨大影响。

请注意以下这些事实:最初,“史”与“事”原本一字,到西周,“史”与“事”才开始分离。当时的官制大致分为两大部门:一是主管鬼神之事的太史寮,另一是主管人事的卿事寮。前者为文化官员,包括祝、宗、卜、史等,他们掌管存于官府的“书”与“器”,并且运用他们的知识与技能。例如“祝”代表祭者向神致辞的人,他们掌握有关神的宗教知识,并且善于文章辞令;“宗”主管宗庙祭礼诸事,他们熟悉民族、宗法的历史知识,通晓典章礼法;“卜”主管占卜,他们懂得吉凶祸福的知识,即所谓数术,而且擅长卜筮;“史”掌管文书、典册,他们能辞章,亦通晓历史、天文、物候、历法等知识。这就是说,周代的天文家的职务兼有以上性质,也就是司马迁所说的“居于卜祝之间”。



至于商代，尊神和充满神秘的气氛，是当时的文化思想特点。诚如孔子所说："殷人尊神，率民以事神，先鬼而后礼，先罚而后赏。"殷人甲骨卜辞具体反映了这一点。殷人几乎无事不占卜。殷代的宗教人士——巫，也是当时的文化人士。他们懂得天文历法、医药、艺术等，因而，殷代的教师和天象观察，多由巫师担任。巫咸，就是商代著名的"传天数者"，这就是说天文家也是巫师。

占星，除天象之外，还包括气象占卜和云气占卜。占云气根据云气形态色相来判断吉凶。《周礼》保章氏之职，除"主管占星，还以五云之物（色）辨吉凶"；郑司农[①]加以注解称："以二至二分观云色，青为虫，白为丧，赤为兵荒，黑为水，黄为丰。"这是用云气占来预测人事生产。云气占还包括看日晕（古代称为镛）。《周礼·春官》中有"眡祲"一职，掌十煇之法，以观妖祥，辨吉凶。《史记·天官书》载："王朔所候，决于日旁，日旁云气，人主象，皆如其形以占。"

我国历代正史中，常有关于司天监或太史根据天象占卜的记载，如《旧唐书·天文志》称："天文家瞿昙谍于上元二年（761）七月，就日食向皇帝奏报史思明叛乱事。"统治者相信可以从天象而知人事。

占星，作为一门方术，它是错误的。在古代天文学发展中，原始迷信形成了占星神学，由于与当时的政治结合，因而作为神秘的学问被皇室所控制，成为"专有"，而由司天监所保持。历史上有的朝代曾经明令不许私习天文，由于天文学在早期具有此特点，往往与天文仪象、观星台、颁布历法的机构被当成是权力的象征，显然这是消极的影响。但是，它亦使得天文观测能长期保持连续性，不过这是以天文学作为占星术的附庸为前提得到的，因而有很大局限。体现为观测是为了占星的需要，而不是适应于天文研究的探求，因而有些观测资料就缺乏足够的精确数据，甚至有作假的成分。由于从属于占星的需要，必然存在对科学的天象作歪曲的解释。

尽管占星术曾盛行一时，然而，毕竟天文学是为了满足当时农牧业生产的需要，历法应当与实际天象符合，否则必须重新制订。所以，占星术者为了对发生的天象做出占卜，也就不能不对天象规律作一些探索，因而或多或少获得了正确的认识。随着观测水平的提高、观测工具的改善和历法的不断发展，占星术的伪科学终被正确的解释所征服，而逐渐被淘汰，科学的天文学从中孕育诞生。



第二节 中国古代的天文机构和制度

在我国悠久的古典天文学发展历史中，由于观象授时的需要，天文机构的设

① 郑司农即郑众（？—83年），字仲师，东汉章帝时曾为大司农。因他比郑玄早一百多年，史学界亦称为"先郑"。

立、天象记录资料的保存、观测仪象的创制、漏刻时制的建立以及天文官员的建制、职掌分工等，史籍都有详细的记载。

本节就以上的各部门性质加以叙述，并对当时所以设立的原因进行探讨。以介绍西周体制为主，但鉴于西周所载的只是职官中有关天文官员职责的局部，距完整的从事历算、观象、授时、教育、研制的天文机构还相去甚远，因而，只作为雏形，略论其轮廓而已。

一、三代时期的天文机构雏形

我国古代天文官员分为两类，一为天文家，一为历算家。史传三代以前，黄帝设灵台，分五官，定其职掌。帝喾时又设“火正”官，专职司测候昏见大火星出东方，为一年春耕开始。以后，天文历法职官逐渐增加。

及至夏、商两代，有所谓太史，他们一方面观察天象，同时亦掌管皇室的图书典籍。成书于战国时代的《尚书・皋陶谟》篇，曾传述夏代：“百工惟时，抚于五辰[①]，庶绩其凝。”又传夏禹命大章与孺亥为测量官，以测四海疆域广袤。至于殷商，《礼记・典礼下》载：“天子建天官，先六大，曰：大宰、大宗、大史、大祝、大士、大卜；典司六典。”

至周代，天文制度稍为完备，共有几种与天文有关的官员，分别负责不同的职掌。周代以天、地、春、夏、秋、冬命官。按《周礼・天官・小宰》分职：一曰天官，掌邦治；二曰地官，掌邦教；三曰春官，掌邦礼；四曰夏官，掌邦政；五曰秋官，掌邦刑；六曰冬官，掌邦事。但冬官失传，战国时补人考工记，是介绍宫廷里各种工匠的组织制度和职能，其中有不少关于天文计时和测候仪象的制作、使用的记载。周制太史以下属春官；太史之外并设小史。

《春官・宗伯》统辖：

冯相氏：掌十有二岁，十有二月，十有二辰，十日，二十有八星之位，辨其叙事，以会天位，冬夏致日，春秋致月，以辨四时之叙。其编制则为：中士二人，下士四人，府二人，史四人，徒八人。

保章氏：掌天星以志星辰日月之变动，以观天下之迁，辨其吉凶。以星土辨九州之地，所封封域，皆有分星，以观妖祥。以十有二岁之相，观天下之妖祥。以五云之物，辨吉凶水旱，降丰荒之祲象。以十有二风，察天地之和，命乖别之妖祥。其编制则为：中士二人，下士四人，府二人，史四人，徒八人。

---

① 清・江声《尚书集注音疏》二：“以五行分四时，则为五行之时，故谓四时为五辰也。古代谓五星分主四时，木主春，火主夏，金主秋，水注冬，土分属四时，故称四时为五辰。”孔颖达疏：“五行之时，即四时也。”



鸡人：掌大祭祀、夜嘑，且以嘂[①]百官。凡国之大宾客会同，军旅、丧纪，亦如之。凡国事为期，则告之时。其编制则为：下士一人，史一人，徒四人。

眡祲：掌十煇之法，以观妖祥、辨吉凶，一曰祲，二曰象，三曰鑴，四曰监，五曰闇，六曰瞢，七曰弥，八曰叙，九曰隮，十曰想。其编制则为：中士二人，史二人，徒四人。

《夏官司马》统辖：

挈壶氏：掌挈壶以令军井；挈，辔以令舍。挈，畚以令粮。凡军事，悬壶以序聚柝。凡丧，悬壶以代哭者。皆以水火守之，分以日夜，乃冬则以火爨，鼎水而沸之，而沃之。其编制则为：下士六人，史二人，徒十有二人。

土方氏：掌土圭之法，以致日景，以土地，相宅，而建邦国都鄙[②]。以辨土宜土化之法，而授任地者，王巡守，则树王舍。其编制则为：上士五人，下士十人，府二人，史五人，徒五十人。

《秋官司寇》统辖：

司寤氏：掌夜时，以星分夜，以诏夜士夜禁，御晨行者，禁宵行者、夜游者。其编制则为：下士二人，徒八人。

《冬官考工记》统辖：

匠人：建国，水地以悬，置槷以悬，眡以景，为规，识日出之景与日入之景，昼参诸日中之景，夜考诸极星，以正南北。

玉人：土圭，尺有五寸，以致日、以土地……圭璧五寸，以祀日月星辰……

《地官·大司徒》则记载："以土圭之法测土深，正日景以求地中。日北，则景短，多暑。日南，则景长，多寒。日东，则景夕，多风。日西，则景朝，多阴。日至之景，尺有五寸，谓之地中。"

综观以上各种门类建制，已包括：观象测候、早期漏壶测时、方位测量、制订粗疏历法，等等，虽然还没有达到完整的境界，但已具备天文机构各部门的雏形轮廓。再看《周礼》中全部开列的作为当时国家机构的各行业官员职掌及编制，已相当齐全；其中的天文职业，只不过占极少比例。然而，尽管如此，由于"首先是天文学，农牧业生产就绝对需要它"，因而跃然居于科学发展之先，这就是时代和历史发展的必然机遇。

例如，相传漏壶之法，创始于黄帝。史传"黄帝创漏水制器，以分昼夜"，但这只是传说，不可尽信。直到周代才设世官职掌。由上面记载已知：先民们已做到使漏壶的水在冬天不结冰，因而解决了漏壶的水受温度影响的问题。可惜，我们无法确



---

① 高声也。

② 《周礼·地官·遂人》："五家为邻，五邻为里，四里为酂，五酂为鄙，五百家也。"

定《周礼》一书是否为周朝的作品。据非史书记载："成周，挈壶氏以百刻分昼夜，冬至昼漏四十刻，夏至昼漏六十刻；春、秋分，昼夜各五十刻[①]。"这并非不可能！由此亦可以看出：在三代，已充分体现了对"观象授时"中的测候时刻有足够重视。

《地官·大司徒》以土圭之法测土深，正日景，以求地中。何谓土深？地之东西曰广，南北曰深；测土深，就是测量南北深度，类似于现今测纬度。而土圭之长尺有五寸，夏至日立八尺之表，中午时其景长正好与土圭相等，这就称为地中。凡建邦国，以土圭测其地，大司徒掌土宜规划之法，而土方氏则辅助大司徒建国之事，但亦辨土宜土化之法，其区别在于：测土中而划分不同地域的耕作方法。至于匠人的职责，则在于测定南北的方位。这就是当时的分工。而在此后，完备的天文机构就在此基础上发展起来。

二、中国古代设立天文机构的原因

天文机构的形成与建立，经历了由雏形到完备的阶段，最后终于随着社会的发展而问世。我国古代天文之所以比较发达，实与官方天文机构的设置所起的功能有关。当然，从宏观上来说，亦有民间天文家的贡献。对后者的民间天文家历史作用，将在以后略为介绍。在这里，将就前者的设置原因进行探讨。

可以这样说：我国古代天文机构的设立，有其思想和客观需求两个原因。从思想背景方面来说，早期的"天人合一观"和"阴阳五行思想"是古代设立天文机构的支柱；而在客观需求方面，出于对历法制订的迫切需要，则是主要先导。现分述如下。

(一)天人合一观

早期人类观察自然现象，其中有些较为浅显，可以解释和理解；但有一些突然变化，则不知其所以然，就认为这是"天道"，占卜和数术方士们就加以附会来揣摩"天意"。

《周易》："天垂象，见吉凶，圣人象之，此则观乎天文以示变者也。"《尚书》则称："天聪明自我民聪明，此则观乎人文以成化者也。是故政教兆于人理，祥变应乎天文，得失虽微，罔不昭著。"这些就是我国古代对天象变化影响人事的思维感应推理。

天象变异是一种特殊现象。《尚·洪范》中称为"庶征"。《淮南子·天文训》载"文者，象也，天先垂文象——日、月、五星及彗孛，皆谓谴告一人"，目的是使统治者对天象有所审慎。班固在《汉书·天文志》中亦称："天文者，序二十八宿，步五星日

---

① 见宋·陈元靓《事林广记》卷二，第3页。商代后期，已将一日分为百刻，一直作为漏刻计时制度；正史典籍多有详载。



月，以纪吉凶之象，圣王所目参政也。"《旧唐书》则载："古之哲王，法垂象以施化，考《庶征》以孜理，以授人事，以考物纪，修其德以顺其度，改其过以慎其灾，去危而就安，转祸而为福，古人对《庶征》之制，保章氏掌天星以志星辰日月之变动，以观天下之过，辨其吉凶。"

这些见解，在现今看来，当然毫无科学根据，然而在古代，这毕竟是其认识和思想基础。在我国古代的天文学，就这样蒙上"天人合一"、"告诫帝王"的色彩，因而促成天文家为占星而观测，设立观象台和天文机构以主持此事，似乎亦就成为必然的推理和事实了。这或许是其原因之一。

(二)阴阳五行思想

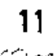
我国古代人们对自然界现象的解释，在早期归之为"天意"；然而，人的思维，毕竟随生产发展前进，继而转为企图以阴阳五行思想推理，来解释自然界、世间万物的更迭机缘。

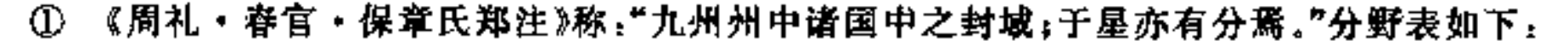
五行说最早见于《洪范》，起初只用来征人事的得失，春秋、战国时已有五行卜测。《汉志》首创《五行志》。五行说以水、木、金、火、土为一切物质根源，把水、木、金、火、土五星予以人格化，用来附会配合"天人感应"。各个时期的术士对五星占卜属性定义并不相同。有一种认为：水星主和，金星主杀，火星主战乱，木星主仁义，土星主道德，然后把天上二十八宿和地上九州按"十二次"分配，称为分野[①]。如五星运动与常态不同，则将有不同吉凶，可用来卜测军事、年成和国家祸福。

我们列举当时利用五星、分野来预测的事例。《史记・宋微子世家》载：

> 三十七年，楚惠王灭陈，荧惑守心。心，宋之分野也。景公忧之。司星子韦曰："可移于相。"景公曰："相，吾之股肱。"曰："可移于民。"景公曰："君者待民。"曰："可移于岁。"景公曰："岁饥民困，吾谁为君。"子韦曰："天高听卑。"君有君人之言三，荧惑宜有动，于是候之，果徙三度。

我们再来看《史记・天官书》中，利用木星赢缩进行卜测的记载：





① 《周礼・春官・保章氏郑注》称："九州州中诸国中之封域，于星亦有分焉。"分野表如下：

十二次	星纪	玄枵	娵訾	降娄	大梁	实沈	鹑首	鹑火	鹑尾	寿星	大火	析木
二十八宿	斗，牛	女，虚，危	室，壁	奎，娄	胃，昴，毕	觜，参	井，鬼	柳，星，张	翼，轸	角，亢	氐，房，心	尾，箕
十二辰	丑	子	亥	戌	酉	申	未	午	巳	辰	卯	寅
分野	吴，越	齐	卫	鲁	赵	晋	秦	周	楚	郑	宋	燕

察日月之行,以揆岁星顺逆……义失者,罚出岁星,岁星赢缩,以其舍命国,所在国不可战,可以罚人。其趋舍,而前曰赢,退舍曰缩。赢,其国有兵不复;缩,其国有忧,将亡,国倾败。

《史记·天官书·正义》称:"岁星者,东方木之精,苍帝之象也。其色明而内黄,天下安宁。夫岁星欲春不动,动则农废。岁星盈缩,所在之国不可伐,可以罚人;失次,则民多病;见,则喜。其所居国,人主有福,不可以摇动。人主怒,无光,仁道失。岁星顺行,仁德加也。岁星农官,主五谷。"由这种解释,不难看出五行说对卜测君国命运、年成好坏影响之大,如果没有专门负责观察的机构,那将难以完成此重任,这或许是古代成立天文机构的另一原因。

(三)制订历法的需要

我国古代天文机构建立的最主要原因,还是为了制订历法的需要。史载:西周周武王姬发,在征服殷纣之后,立即前去拜访当时被纣王囚禁的箕子;箕子,是纣王的叔父。周武王请他指点治理天下的良策,箕子想及一家兴亡事小,天下治理重大,就发表了一篇很重要的谈话,后来收集在《书经》里,称为《洪范》。其中包括九条政治纲领,其第四条就是:

四,《五纪》:一曰岁,二曰月,三曰日,四曰星辰,五曰历数。

在这里,就是指历法的制订。因为有了这种特殊背景,在中国产生了正统思想。那就是:政治修明,历法完备,政令广被于民。皇帝颁布历法,要求全国奉行,其中就包含着获得合法政治统治地位。此后,历代帝皇都继承这一传统,得天下之后都要改历,以示政权的合法性。同时,中国周围的国家,在成为藩属时,中国也都颁发新历法给他们使用,称为奉正朔。所以,我国历代都将颁布历法视为国家盛典,并致力于更准确历法的制订。毫无异议,要承担这任务,当然非成立天文机构不可。

三、中国古代天文机构的职能

中国古代的天文机构,在前期并不是单纯的天文工作单位,而是一个天象观测、记录、占星、宗教祭祀的综合组织。当时的观念认为,天文现象和占星是属同一性质的事情;在天文星象知识领域里,充满迷信、宗教仪式和卜测巫术的成分。

《周礼》载,当时的太史为史官之长,"太史,乃日官也。"从太史统辖的冯相氏和保章氏可以看出:初期的天文官署确负有占星的任务。及至西汉,在朝廷设太史令丞,统于太常;太常就是掌宗庙礼仪的官职。但是,后来政教分离。汉宣帝时,太史令行太史文书而已。到后汉,又设太史令以掌天时、星历、明堂、灵台,但亦统于太常。太史令对天时星历,奏新历书,凡国家祭祀丧娶之事、掌奏良日及时节禁忌,国



家有瑞应灾异等，皆掌记之。虽然东汉时的太史令仍与宗教祭祀相关，但是可以看出，天文机构的职能在逐渐分化，已出现专职的天文官员从事制历和观象授时的工作。至于天文机构中的天文教育工作方面，则须演进到唐朝，此在后面叙述。

综观以上，我国古代天文机构的职能大致包括：天象测候，制历与告朔，授时，圭表测量，掌管邦国之志和策命，教育功能等。

(一)天象测候

早期的天文星象测候、记录天象，多用于占星、解说灾异，或祭祀祈祷；兼管与国家瑞庆灾异的特殊现象，如日食，客星出现，五星盈缩的测候、积累记录，推算国家盛典的吉辰等。天象记录为制订历法奠定基础。历代史官的记录，分存于《天文志》、《五行志》或《律历志》中，有的也见于《灾异志》或《庶征志》。

(二)制历与告朔

以天象观测资料为基础制订历法，至少在夏代已有历法雏形。古六历在这之后相继问世施行，十九年七闰法则在春秋战国时代已建立。《周礼·太史》载："掌建邦之六典，正岁年以序，颁告朔于邦国。""朔"，就是农历每月初一，历法中的计算日食必在朔，可是，由于初期的计算方法不准确，日食有时发生在"晦"，或初二。《诗经·小雅》称："十月之交，朔日辛卯，日有食之。"这是史籍最早出现日食在朔的记事，是历法计算的进步。

我国周代，以告朔(预告初一)为盛典。告朔有两个涵义：其一，《春秋谷梁传·文公》载："天子告朔于诸侯，诸侯受乎祢庙，礼也。"这就是天子颁布朔政的制度。其二，天子告朔于明堂，诸侯则告朔于庙。诸侯受十二月朔政于天子，藏于大祖庙，每月朔朝庙，使大夫南面奉天子命，君北而面受之；此时，使有司先告朔。《史记·历书》称："幽厉之后，周室微，陪臣执政，史不记时，君不告庙。"亦是指颁朔而言。

(三)授时

天文观测、制历、授时，是生产和生活所必需。漏壶是远古时代用来记时的工具。《隋书·天文志》载："昔黄帝观漏水，制器取则，以分昼夜。"这可能出于传说，史料未全，难以尽信。可是，到了周代，则已在国家机构中设挈壶氏专司测时之职。后来历代漏壶和漏刻记时仪象和记时制度屡有改进。日晷测时亦先后建立。记时，授时愈趋完善，成为历代天文机构中一项重要工作。

(四)圭表测量

最初是用直立的"杆子"或"表"观测中午日影长度变化，用来定方向和时刻、二

十四节气中各节气，尤其是冬至、夏至中午的影长；后来发展成为测回归年长度、黄赤交角以及冬至的准确时刻。祖冲之测算《大明历》中的大明五年(461)十一月三日子夜后三十二刻，为冬至时刻；郭守敬在编纂《授时历》时，测定至元十七年(1280)十一月二十一日子夜后六刻，为冬至时刻等，构思巧妙，为历法家所赞赏。

圭表测量的又一项内容，就是唐朝太史令南宫说利用圭表，在全国十三处测量日影长度，以实际测量推翻在其之前的“日影差一寸，地差千里”的错误论断；还求出子午线一度的长度。及至元朝，郭守敬的“四海测验”，在全国二十七个点测北极高度、节气早晚、昼夜长短等，都属于同一性质，应该说这亦是圭表测量的发展。

(五)掌管邦国之志和策命

在西周初期，太史为史官之长。太史、小史，还有内史和外史，同属春官。小史掌邦国之志，内史则掌“书文之令，四方之志”。到后来，职能分化，天文机构才不承担此任务。

(六)教育功能

天文机构不仅观象、制历、授时，亦负责教育。我国古代天文，可分为官方大传统和民间小传统。早期的天文知识，“官学相传”之外，“家学传授”也很多。唐朝开始，天文机构的教育系统才建立起来，首创研究与教学并重的两大目标。在天文观测方面，“监候”主持实际观测；“灵台郎”负责天文教育，下设若干天文生。在制历方面，“司历”执行实务，“保章正”负责历算教育，下设若干历生。在测时方面，“挈壶正”主持实务，“漏刻博士”负责测时教育，下设若干漏刻生。教育功能确定了经验和知识的传授，有助于传统天文学的延续。

中国古代天文教育，源流甚早。在前期，是与制历有关的算学协调发展。到后来，在官学，即太学、国子监或专门设立的学校，亦显示相当重视。在历代的天文官署中，亦进行严格教育，各种历法的进展，新的计算方法的产生，都成为后来的学习、教育内容。另一方面，民间私学和民间小历亦作为传授知识有所发展，民间历法家也颇有建树，蔚为大观，汇合成为发展我国古典天文学的主流。

中国古代天文官学起局部作用。夏代末期，私有制渐次形成，继原始公社制度兴起的奴隶社会制度在商代占主要地位，当时已使用金属的生产工具，农业有一定发展。古代文化如艺术、医药、天文、算术等，在商代已奠定基础。

在我国，天文学知识的产生，完全是由于农牧业的需要。大约在公元前24世纪前后，已具备相当的天文历法知识。所以顾炎武说：“三代以上，人人皆知天文。”这说明其普及。随着先民在生产实践中形成了“数与形”的概念，数学教育活动开



始了；为适应天文学发展的需要，产生了“原始历算”。汉朝班固认为：“算术之事，大备于黄帝、尧、舜。”这就反映了这种事实，即原始社会晚期，出现了一批具有天文历算的初步知识的专业人才，他们必然是通过各种途径教育的结果。

夏、商、周的教育，在内容上有相承关系，礼、乐、射、御、书、数六艺，是共同的内容。今天我们所谓的数学，古代称为算，是数术的一种。吕思勉曾指出：“数术之学，包括六个方面，曰天文、曰历谱、曰五行、曰蓍龟、曰杂占、曰形法。”足见六艺中，数术的内容庞杂，算学、天文以及宗教的知识互为依附。

至于天文官署的教育，西周前后是“学术官守”。春秋、战国时代，大体上是家世相传，设学收徒和世代畴官这几种形式。后来，封建社会中的教育，基本上亦是这种体制。就是在官学最兴盛时，甚至在国子监设立之后，仍未改变这一局面。从清朝阮元编撰的《畴人传》中可以观其大略。有人做了统计：从黄帝时到清初，在天文历算方面有一定成就的共243人，其中自西汉至明朝中期约150人，出身于官学的“司天学生”和“星历生”的，只有二人；出身于“司天官属”和“司天役人”的，也只有二人，即唐郭献之和宋张奎。之所以产生这种现象的原因就在于它是封建官学，多以培养官吏为目的！

但是，到了隋、唐及后来的各朝代，就有所不同，加以转变了，直接为培养本部门所需的各类人才，而非止官吏而已。而且官学和私学并存，于是形成某一时期人才辈出的局面。在这里只叙述其概略，详细内容，留在后面专门章节介绍。

在我国古代天文教育中还存在着特殊情形。尽管历代都严禁民间学习天文、制订历法和私藏天文书籍、仪器，但是这并不能阻止天文私学、家学和民间天文学的发展。民间天文学家的成长，与诸多因素有关：有的由于天资聪慧，通过自学即可领悟其基本原理，而有心得体会，自成一家。有的虽乏师承，然通过长期实践观测，从中觉察出规律，有独特见解，其结论可普遍适用，因而推陈出新，有所贡献，但是这必须以长时间为代价。另外，有的与当时和当地的较高文化背景的熏陶有关。例如：上古时代，巴蜀就曾经出现过许多著名的天文学家，周景王时代任太史的苌弘，是四川资中人；西汉时阆中人，民间天文学家落下闳，因参加《太初历》的编制而闻名；扬雄，成都人，畅述“难盖天八事”，成为浑天说取代盖天说的理论基础。据我国学者考证：巴蜀与上古西羌的先民天文学发达有关，黄帝、颛顼都是西羌人，夏代的宗室亦是西羌人；《夏小正》与现在彝族的太阳历完全一致，具有共同的历史渊源。这一地区当时已有较高的文化背景，在别地视为高深学问，在此地已很普及，耳濡目染，自然可以孕育人才。可见，人才的培养及成长，在官学、私学和家学之



第二章　中国古代的天文机构

天文学是观测的学科；天文观测需要一定的观测高台，以保证视野开阔，不受阻挡，以便能清楚地观测日月星辰，占候云物风向，这就是古代观象台的模式。然而作为天文机构，则必须是包括观象台在内，同时还有制订历法、授时占候、论证教育等各部门。从发展的趋向和规律来说，先有简易的观象台，然后才有完善的天文机构。

中国古代天文机构的产生和建立，亦是如此。在早期的古代天文官署中，先是建立帝王的观象台，称为灵台，然后诸侯的观象台才逐渐建立，称为时台或观台。这是封建社会等级森严的体现，一如《玉海》所载："诸侯卑，不得以观天象，无灵台。"但是到了天子权力衰落的时候，各地诸侯就不遵守这个规定，亦建立观台，专擅地称为灵台。这是因为他们亦需要观象占候的缘故。至于高一级的天文机构，如司天监、太史局等，则有待于后来才发展形成。因而早期的灵台，可以说是司天监的前身，是处于初级状态的天文观象的建筑。

我们来回顾灵台的历史。

相传黄帝时设灵台、立五官，但今已不可考。又史载尧时亦有灵台，《汉书・地理志》记有："济阳郡成阳有尧灵台，昔尧作于成阳。"然而，经学者考证，这是尧帝母之墓，并非灵台。对此，我们暂存疑。

历史典籍亦记夏有清台、商有神台、周有灵台的篇章，但前两代亦无法证认，只有周灵台的记述详尽。《诗经・大雅・灵台》称：

灵台，民始附也。文王受命而民乐。其有灵德以及鸟兽昆虫焉。

经始灵台，经之营之，庶民攻之，不日成之。

东汉学者许慎著《五经异义》曰："天子有三台，灵台以观天文；时台以观四时施化；囿台以观鸟兽鱼鳖。诸侯卑，不得观天文，无灵台，但有时台、囿台。"郑玄则称："天子有灵台者，所以观祲象、察氛祥也。文王受命而作邑于丰[①]，立灵台。"

据《长安志》称，周文王灵台"遗址在今长安县客县庄"。周代的灵台或观台，如果从观象测景角度来说，周公测景台亦属于天文古迹。

---

① 丰，镐，周文王邑于丰，在今陕西省户县东，武王邑于镐，即镐京，在今长安县西南，史书合称丰镐。



周公测景台就是传说周公营建东都、测土深、正日景，以求地中之处。现今河南省登封县告成镇，古称阳城，即为其地。

郑玄所著《周礼注》，在《周礼·地官·大司徒》的"日至之景，尺有五寸，谓之地中"注解中，引用郑司农称："土圭之长，尺有五寸，以夏至之日，立八尺之表，其景适与土圭等，谓之地中，今颍川阳城为然。"

唐朝贾公彦作《周礼义疏》，在"地中测景"下云："郑司农云：颍川阳城为然者，颍川郡阳城县，周公度景之处，古迹犹存，故云地为然也。"

后魏郦道元《水经注》称："颍水经阳城故城内，亦周公以土圭测日景处。"

周公测景台在唐朝还有遗迹可寻，开元十一年(723)，南宫说在台前数丈以外，立石表为志，石表南面刻"周公测景台"五字。《新唐书·地理志》河南府阳城称："有测景台，开元十一年，诏太史监南宫说刻石表焉。"

《河南府志》载："周公测景台五字，仿佛可识，盖说所刻也。后人据此，遂谓测景唐迹，非周迹。夫唐于阳城测景，固因周公旧迹而为之，在尔时已先有台，乃凑依古法，并为刻石，非全无遗迹，妄目为周公也。"

唐立石表，是在周公测景台遗址上兴建的；从它的尺度来看，可知夏至日中午无影。所以当地人称之为无影台。

明弘治十一年(1498)，河南巡抚张用和曾来台巡视，见到台中残破，秽芜不治，慨然曰："使圣人万古之制，日就堕蚀，庸非守土者之过欤！"遂命守吏整治。同时，见到周公庙及其他建设，多始于明朝，亦已颓旧，于是"拓土若干亩，缭以周垣，以护所修葺屋宇，又立门户森严，使人知其为周公测景之作处"，形成现今周公庙的规模。庙向南，外为大门三间，把成立于元朝的观象台包括在内，最后位于量天尺的北端的是帝尧祠[1]。古迹佳地，于是格局悠然。



综上所述，可知周公测景台，实际只是唐石表刻有"周公测景台"五字，及其基座而已，然而，这是极可贵的古文物遗址(图 2—1)。

第一节 三代的天文机构

夏、商两代的天文机构，史料不全，只记其大略。周代稍为详载，初具天文机构体制，自此之后，我国历代的司天监或太史局的规格，都为遵循；只不过规模大小，因当时国力略有不同而已，可见其影响十分巨大。至于西周和东周，历时 800 多年，帝王共 37 位，其相应的太史姓名亦多不记载，在这里只根据文献，辑录可查阅

---

① 帝尧祠前身为鑫斯殿，明天启七年(1627)创建，清嘉庆十四年改建为帝尧祠。

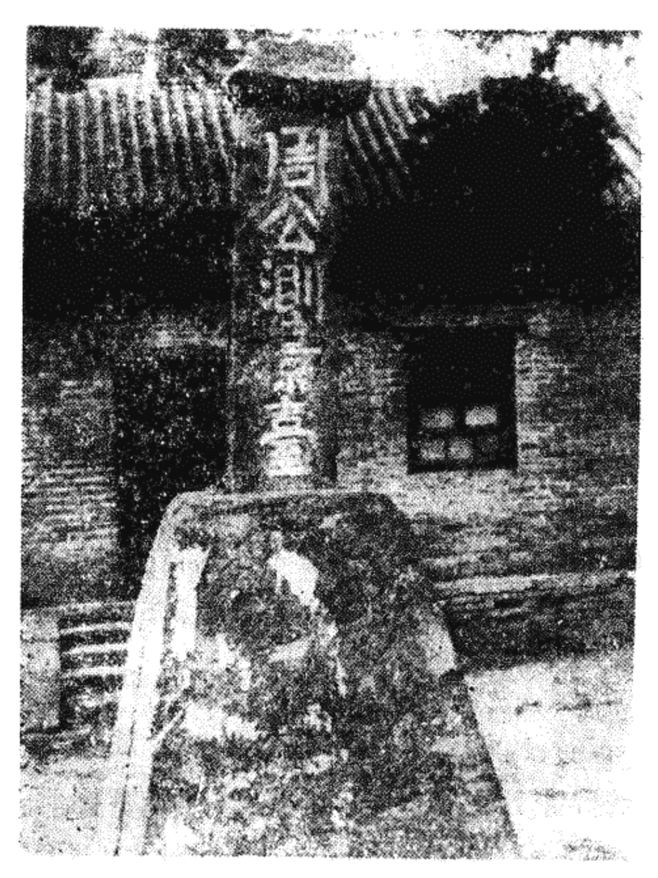


图 2—1 周公测景台

到的数位而已。

一、三代天文机构的轮廓

夏和商代的天文机构和星官职掌，史载甚少，无从知其细节。夏代畴官，见于《畴人传》的，只有大章和竖亥两人，并说夏禹使大章步自东极，至于西垂；又派竖亥步南极，尽于北垂。看来似乎是进行测量，但只属传说，可信程度较低。商代畴官，见于《畴人传》的，只有箕子一人。以阮元之博学，亦感收集不容易。

夏、商、周天文机构轮廓如表 2—1 所示。

表 2－1　夏、商、周天文机构表

朝　代	名　称	职掌及人员编制	备　注
夏 （约前 22 世纪末～约前 21 世纪初～约前 17 世纪）	太史	终古 昆吾	《汉书·古今人表》称太史令 《隋书·天文志》称："知天文察微变。"
商 （约前 17 世纪初～约前 11 世纪）		巫咸	《隋书·天文志》称："知天文察微变。"
周 西周 （前 11 世纪～前 771 年） 东周（前 770～前 256 年）	文王、武王太史	史佚 冯相氏：掌观测日、月、星辰、节气时令，制订历法。中士 2 人，下士 4 人，府 2 人，史 4 人，徒 8 人。 保章氏：掌观测占候，星变灾异。 司晨：下士 1 人，史 1 人，徒 4 人。 占候：中士 2 人，史 2 人，徒 4 人。 司昏：下士 2 人，徒 8 人。 挈壶氏：掌漏刻。下士 6 人，史 2 人，徒 12 人。 土方氏：掌土圭之法，以致日影。上士 5 人，下士 10 人，府 2 人，史 5 人，徒 50 人。 匠人：测方位。 玉人：以致日，以土地	《史记·天官书》载："史佚，周武王时太史严佚也。" 《周礼》称：鸡人 《周礼》称：眡祲 《周礼》称：司寤氏
	宣王 太史	伯服	
	襄王 太史	叔兴	
	顷王 太史	史服（叔服）	
	灵王 太史	苌弘	尚有太史辛有，不知属周末何王
	安王 太史	太史儋	



二、三代的重要天文活动

我国是从夏代开始进入奴隶社会。夏代没有文字记录；我国有文字记录的历史，始自商代的盘庚，即公元前 14 世纪。夏、商、周时期的天文工作，往往是由巫、祝、史、卜等宗教人员，或者是记述历史的人员兼任来进行的。

夏代，虽然还处于新石器时代末期，然而据考证，农业生产及青铜器冶炼已有

一定水平。商代的农业，甲骨文中已有稻、稷、黍、粟、麦等字，证明比夏代有所提高。而天文方面，不论在天象记录、历算和漏刻各方面，都取得了进步，留下宝贵的历史印记。

(一)天象观测记录

首先，三代时期的天象观测记录，是奉献给后代人们的很有科学价值的瞩目篇章。我们先来引用《尚书·胤征》中所记载的一次夏代日食。这次日食发生于夏代第四个王仲康(约公元前21世纪)时期，这则记录引起后来中外学者的论证，科学意义可想而知。其述文是：

惟仲康肇位四海，胤侯命掌六师，羲和废厥职，酒荒于厥邑，胤后承王命徂征，告于众曰：嗟予有众，圣有谕训，明征定保，先王克谨天戒，臣人克有常宪，百官修辅，厥后惟明明，每岁孟春，遒人以木铎徇于路，官师相规，工执艺事以谏，其或不恭，邦有常刑。惟时羲和，颠覆厥德，沉乱于酒，畔官离次，俶扰天纪，遐弃厥司。乃季秋月朔，辰弗集于房，瞽奏鼓，啬夫驰，庶人走，羲和尸厥官，罔闻知，昏迷于天象以干先王之诛，《政典》曰，先时者杀无赦，不及时者杀无赦。

这段文字大意是，仲康时期的占星官羲和，玩忽职守，预先没有测算日食的日期，日食时又喝醉酒，没有去观测日食，按当时法律规定，凡是历象推算过早或过迟，都应该处以死刑。从这里可看出我国古代重视天象。这则资料为古今中外天文家公认为是世界上最古的日食记录，牵动了许多专家进行计算论证，尚未得到一致的结论，现开列于下：



唐朝一行计算，在公元前2128年10月13日。

明朝李天经计算，在公元前2155年10月12日。

弗累特(Freiet)和卡西尼(D. Cassini)计算，在公元前2007年10月25日。

甘巴士(V. Gumpach)计算，在公元前2156年10月22日。

奥泊尔兹(Oppolzer)第一次计算，在公元前2137年10月22日。

奥泊尔兹第二次计算，在公元前2072年10月23日。

希利格(Schligel)和古纳特(Künnert)计算，在公元前2165年5月7日。

拉格提安(Largeteam)和查尔玛斯(Chalmeis)计算，在公元前2127年10月12日。

朱文鑫在其著作《历代日食考》中指出："奥泊尔兹所推算的第一结果为甲申岁



九月朔，与夏历季秋月朔相符，但在仲康之后；而希利格与古纳特计算为丙辰岁三月朔，又在仲康之前……我国前人皆宗大衍，欧美学者皆宗奥泊尔兹之说，但究在仲康何年，仍未能确定。”

(二)新星记录

我们再讨论中国古代的新星记录。1898 年，在河南安阳县西北小屯村发掘出许多殷代甲骨片，其中有为数不少的新星记事，如《殷墟书契后编》下九、一的记载是：

七日己巳夕豈㞢(有)新大星并火。

意思是：七日(己巳)黄昏有一颗新星接近“大火”星(心宿二)。又如《殷墟书契前编》七·一四·一的记载是：

辛未出㞢酘(音头)新星。

意思是：辛未这天新星消失了。在欧洲，第一颗新星是公元前 134 年由希腊天文学家依巴谷记录下来的，然而，比殷墟甲骨文的记录晚了一千多年。

在西周的一次日食记录，还说明在当时已能定出“朔”日。《诗经·小雅·十月之交》载：

十月之交，朔日辛卯，日有食之……

这是周幽王六年(前 776)十月初一发生的日食，亦是我国明确记载发生日期的最早的一次日食，比巴比伦最早的日食记录(前 763 年)早了 13 年。

(三)天文历法成就

我们再叙述三代时期的天文历法成就。《夏小正》一书记载了不少有关天文历法和物候等方面的内容。这部书虽然为后人所作，但其中的天象和某些物候的记载，可能反映了夏代的实际情况。如“正月初昏，参中，斗柄悬在下”“六月初昏，斗柄正在上”以及“七月斗柄悬在下则旦”等，都是当时的天象。在约四千年前，北斗七星比现在更靠近北极，更利于观测。经研究，后世的《月令》等，都是承袭《夏小正》的体例加以发展的。

夏代已有天干纪日法，即用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸十个天干周而复始地来纪日。夏代后期几位帝王名字用孔甲、胤甲、履癸等就是很好的证明。实际上天干纪日法就是一种十进位法；用十进位法的天干纪日很自然产生旬的概念，十日为一旬，这个概念直至现在还在使用。

商代在夏代天干纪日法的基础上进一步使用干支纪日法，把十个“天干”和十二个“地支”相配合，组成了甲子、乙丑、丙寅、丁卯……六十干支，用来纪日，六十日

为一个循环。武乙时的一块牛胛骨上刻着完整的六十甲子，两个月合计为六十日，很可能是当时的日历。有一组胛骨卜辞，算出来两个月共有五十九日，这样，每个月必须分别为三十天和二十九天，亦即表示商代已有大、小月之分。甲骨卜辞中，有一年的十二月名和多次的"十三月"记载，说明当时已经用大、小月和"连大月"来调整朔望，用置闰来调整朔望月和回归年的长度，这正是阴阳合历的最大特点，证明了殷代的历法是一种阴阳合历，在我国一直沿用了几千年，形成了具有中国特色的历法体系①。

商代还把一日分为若干段落，并为之命名，如"旦"为清晨；"夕"为晚上；"明"为黎明；"中日"为中午；"昃日"为下午；"昏"为黄昏。同时又用"大采"表示"朝"；"小采"表示"夕"。可见当时不但有了纪日法，还有约略的纪时法。

及至周代，历法更加进步了。这时已经发明了用圭表测影的方法，确定一年正午日影最长的这一天为冬至；最短的这一天为夏至。同时亦可测定其他各节气的影长。周代历法还有一个成就，就是关于月相的记载。一个月的月相变化分四阶段：初吉，即月牙初露到半圆；既生霸，即月亮半圆到圆；既望，即月圆到半圆；既死霸，即月半圆到消失。而这四个阶段的第一天分别称为朏、哉生霸、望、哉死霸，它们分别相当于夏历的初三、初八、十六和二十三。

周代历法的最大成就在于，能够准确地测算"朔"日，这在《诗经·小雅·十月之交》记载中已经述及。还有由于推算准确朔日，周代的"告朔"成为国家政令的大典。由此可见，我国天文历法到了西周时代，已经达到了相当的水平。

西周时期，对星区划分，形成具有东方特色体系的二十八宿、十二次和十二辰，亦有开拓之功。



著名的二十八宿，其最后完备体制的建立，据考证是完成于春秋战国，然而在周初，已基本形成了大致轮廓，典籍记载可以看出其发展趋势。《尧典》中有："鸟、火、虚、昴。"《夏小正》中亦有："大火、织女、昴、参。"而《诗经》中则有："火、箕、牵牛、织女、定、昴、毕、参。"《左传》、《国语》②中，已记有："辰角、天根、农祥、天驷、龙火、天庙、营室、鹑火。"及至《尔雅》书中，已扩展有："角、亢、氐、房、心、尾、箕、斗、牵牛、虚、定、营室、东壁、奎、娄、昴、毕、柳咮。"由此可见，周代星象家们对二十八宿的演进实有开拓之功。

---

① 关于殷代是否已经掌握了一回归年是 365 日或 366 日，尚有争论。有人认为：甲骨文中已有的"至日"记载是指"冬至"，这样，可以说明殷商已掌握了测冬至的方法，也就是测定回归年的长度。但是也有人认为"至日"并不是"冬至"的意思。但无论如何，殷代对回归年的大致长度是掌握了的。

② 《左传》，《国语》，传为春秋时鲁国人左丘明所作。《国语》，二十一卷，记西周末年和春秋时期周鲁等国贵族的言论，可与《左传》相参证，有《春秋外传》之称。《尔雅》，古来相传为周公所作，或有称孔子门徒解释六艺之作；亦有认为秦、汉间经师编纂而成。

西周时期，对行星亦有了一定认识，《诗经》中有启明、长庚的记述。殷墟甲骨文中就有“岁”字，可能指岁星，即木星。我国很早就认识到五大行星在众恒星间，自西向东移行，快慢不等，而岁星则是十二年一周天[①]。因此，为了观测五星、日、月的位置，把天空黄赤道带自西向东划分为十二部门，称为十二次。名称依次是：星纪、玄枵、娵訾、降娄、大梁、实沈、鹑首、鹑火、鹑尾、寿星、大火、析木。它们被用来记述岁星的位置，一般认为：十二次的创立起源于对木星的观测，它的时代大约在春秋时期或更早。但是在《国语》书中记录了伶州鸠[②]与周景王的对话，其中已明确引用十二次的名称，可见其来源很古，很有研究价值。其述文为：

> 昔武王伐殷，岁在鹑火，月在天驷，日在析木之津，辰在斗柄，星在天鼋，星与日辰之位，皆在北维。

据张钰哲的论文《哈雷彗星的轨道演变的趋势和它的古代历史》得出的结论是，武王伐殷的时间为公元前 1057 年，当时岁星确在鹑火之次。因而《国语》的记载似属可靠。那么，十二次的创立时代，就可能推至殷末周初。

此外，中国古代还按照与十二次相反的方向，把周天大致沿天赤道从东向西分为十二部分，称十二辰；用地平方位中的十二支即子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥的名称来表示。并且设想一个与岁星运行方向相反的“太岁”，在天上自东向西移行，每年移行一辰。这样，根据太岁的移行，亦可以纪年，称“太岁纪年法”，与“岁星纪年法”有一一对应关系，只是方向相反而已，如“岁在鹑火”可表示为“岁在午”，“岁在玄枵”可表示为“岁在子”等。可以测度：十二辰的形成与建立似乎亦应在周代[③]。

(四)漏刻的发展



最后，我们来讨论三代时候漏刻的发展。在当时，土圭测日景以定季节已经普遍施用，漏刻测时也初具规模。梁代《漏刻经》追述我国漏刻的发展时指出：“漏刻之作，肇于黄帝之日，宣乎夏、商之代。”学者们考证得出，所谓商，即代表时间单位一刻。

郑玄作《仪礼·士昏礼》目录云：“日入三商为昏。”唐代贾公彦疏称：“商谓商星，是漏刻之名。”《孔氏诗正义》亦称：“尚书纬谓刻为商。”又《通雅·天文》则云：“三商，三刻也。”《正字·商》亦称：“商乃漏箭所刻之处。”

---

① 实际是 11.86 年。

② 伶州鸠，伶指其职务为乐师；州鸠为其名。

③ 钱宝琮在《论二十八宿之来历》论文中认为：在春秋时期天文家观察日月之会，曾分黄道星象为十二辰，以替赤道之十二次。见钱宝琮《科学史论文选集》第 346 页。

可见，计时漏刻的计时制，起源或发展于商代。

我国的漏刻制度，早期是每天分为100刻，即定冬季昼长40刻，夜长60刻；夏季昼长60刻，夜长40刻；春、秋分昼夜各60刻。阎林山、全和钧提出：根据百刻制的昼、夜长度之比，求出百刻制的测定地点，是在纬度36.5°的地方，相当于商都安阳的地理纬度。又结合古人称"刻"为"商"的史实，提出百刻制是商代迁都安阳之后发明的。这个结论可能是符合实际的。

第二节　春秋战国时期的天文机构

我国史学界，以起于郑武公元年，即周平王元年（前770），止于秦厉共公元年，即周敬王四十四年（前476），为春秋时期，共294年。此时有春秋十三国：鲁、齐、晋、秦、楚、宋、卫、陈、蔡、曹、郑、燕、吴。而以周元王元年（前475）起，至秦始皇灭六国（前221）止，时当春秋之后，周室衰微，韩、赵、魏、秦、楚、燕、齐七国频繁战争，称为战国。

一、灵台和太史

根据典籍记载，春秋战国的天文机构，多不详尽，或无载录，很难得出各国天文官署的全貌。因而只能辑录灵台和主要天文官员，其余的职官人数、职掌无从获得。

（一）灵台

1.鲁国

《左传・僖公五年》载："春王正月辛亥朔，日南至，公既视朔，遂登观台以望而书，礼也。凡分至启闭，必书云物，为备故也。"

这是指公元前724年的一次登观台。春秋战国时期诸侯国亦建时台，或自称灵台，遵照周制登台望云物。史家服虔曰："天子曰灵台，诸侯曰时台，在明堂之中。"《左传》载："灵台在太庙（明堂）之中，壅之灵沼，谓之辟雍。诸侯有观台，亦在庙中，皆以望嘉祥也。"

《左传・昭公二十年》载："二月己丑，日南至，梓慎望氛。"这是指公元前522年，梓慎曾代表鲁侯到观台望气。

这就是鲁国观台的史载。梓慎是鲁国懂数术的大夫，或称司星、太史。

2.秦国

《左传・僖公十五年》载："秦舍晋侯于灵台。"这是秦国观台的史载。此事的缘

由是：僖公十五年九月，秦、晋两国交战，秦获晋侯以归；秦穆公说，将与晋侯会面。穆姬，是晋侯的姐姐，秦穆公的夫人。于是，“穆姬闻晋侯将至，以太子罃弘与女简璧，登台而履薪焉。使以免服衰绖逆，且告曰：上天降灾，使我两君，匪以玉帛相见，而以兴戎。若晋君朝以入，则婢子夕以死；夕以入，则朝以死，唯君裁之；乃舍诸灵台。”

有的学者考证：这灵台就是秦国的灵台。位于秦都郊外。

3.卫国

《左传·哀公二十五年》载：“卫侯为灵台于籍圃。”

根据《河南·虞县志》载：“……在县西应善南乡；《左传·哀公二十五年》，卫侯（卫侯辄）击宋，为灵台于籍圃，与诸大夫饮酒与此。”

4.宋国

《史记·魏世家》载：“六年，伐取宋仪台。”〔索隐〕：郭象云：“仪台，灵台也。”

根据明朝成化年间《河南总志》载：“灵台有二：一在祥符县南二十里，战国魏侯莹所筑，俗名梁惠王台。另一在虞城县西南应善南村，《左传·哀公二十五年》，卫侯击宋，为筑灵台于籍圃。”

梁惠王，战国魏武侯之子，姓芈名莹，初继立为侯，与赵攻韩，为齐所败，又数败于秦，乃自安邑徙都大梁，改称梁王。由以上，证实宋国有灵台。

5.越国

赵晖在《吴越春秋》中云：“范蠡于东武山起游台，其上东南为司马台，立层楼冠其山巅，以为灵台，仰观天文，候日月之变异。”

越国本为当时小国，春秋十三国未曾列入，为何亦设立灵台，我们暂存疑。但据史载，或许有其来由。成书于康熙年间的《绍兴府志》所载：

> 龟山在卧龙南三里……龟山，勾践所起游台也。东南司马门，因以灼龟，又仰望天气、观天怪也。台高四十六丈，周五百三十步……越起灵台于山上，又作三层楼以望云物、川土明秀。

看来，越国有灵台，是有可能的。



6.楚国

《国语·楚语上》载：“先君庄王为匏居之台，高不过望国氛，大不过容宴豆，木不妨守备，用不烦官府，民不废时务，官不易朝常。”看来，匏居之台就是当时的灵台；因为在庄王之后的楚灵王，又建了章华台，更为高大壮丽，大臣伍举因此“进谏”；以上所引就是伍举的谏词。

因而，我们可以作这样的猜度：如果不是的话，为何又称“匏居之台，高不过望国氛”。望国氛，正是当时灵台职能。

(二)太史和司星

春秋战国时期的灵台主持者，有的称大夫、太史，有的称星官或司星。由于史料不全，只列主要国家的太史于表2—2。

表2—2　春秋战国时期主要国家太史、司星表

国名	宋	赵	魏	齐	鲁	晋	郑	楚
太史或司星	子韦	尹史 尹皋	石申	甘德	申缟 梓慎 史墨 里革	董因 卜偃 屠余 伯服 史苏	裨灶	唐昧 史老 (子亹)

这些太史或司星，主要负责测候天文星象，制订历法。春秋战国时期的许多宝贵天象如日食、彗星、流星雨等的观测资料，都是由当时天文官署中的太史或司星和其他星官进行观测所取得的，他们的繁忙程度可想而知。而有些观测记录，经过现代的鉴定，认为有较好的准确度。但是在当时，他们还没有完全脱离占星职掌；他们的论述及行迹，多载于《左传》、《国语》和其他典籍。在此，我们列举两则，以了解当时实况：

《王嘉拾遗记》[①]载：宋景公之世，有善星文者，许以上大夫之位，处于层楼延阁之上，以望气象……忽有野人被草负笈，叩门而进，曰：闻国君爱阴阳之术，好像纬之秘，请见。景公乃延之崇堂，语则及未来之兆，次及已往之事，万不失一。夜则观星望气，昼则执算披图。不服宝衣，不甘奇食。景公谢曰：今国衰乱，微君何以辅之？曰：德之不均，乱将及矣；修德以来人，则天应之祥，人美其化！景公曰：善。遂赐姓曰子氏，名之曰韦，即子韦也。

这就是宋国司星子韦的履历。其次，叙述鲁国梓慎的占卜事例：

《左传·昭公十八年》：夏五月，火始昏见，丙子，风。梓慎曰：是谓融风，火之始也，七日，其火作乎？戊寅，风甚；壬午，火甚；宋、卫、陈、郑皆火。梓慎登大庭氏之库以望之，曰：宋、卫、陈、郑也。数日，皆来告火。

梓慎，可算是鲁国方士，通天象数术。史传：《左传·襄公二十八年》，春天没有结冰，梓慎曾加以解释。

① 王嘉，晋安阳人，著有《王嘉拾遗记》。





以上两则叙事，在现今看来，当然幼稚浅薄，然而，这却是认识实践历史进展的必然，蒙昧的行为终将是暂时现象，取而代之的则是科学的结论。

二、春秋战国时期的重大天文活动

春秋战国时期，生产力比周代远为发达，科学技术进步，天象观测记录、历法等都取得更大成绩。

春秋战国时期十分重视天象观测，留下了很多宝贵的资料。日食记录约 50 次。其中《春秋》一书就记录从鲁隐公三年（前 720）二月己巳，至鲁哀公十四年（前 481）五月庚申期间，共有日食记录 37 次，用现代准确的日食计算方法核验，其中 33 次准确可靠。

鲁庄公七年（前 687）“夏四月辛卯夜，恒星不见，夜中星陨如雨”，这是世界上天琴星座流星雨的最早记录。自此以后，我国史书上关于流星雨的记录，据不完全统计，至少在 180 次以上。

鲁僖公十六年（前 644）“春王正月戊申朔，陨石于宋，五”，这是我国最早的陨石记录。

鲁文公十四年（前 613）“秋七月有星孛入于北斗”，这是我国的哈雷彗星的最早记录。此后，从秦王政七年（前 240）起，到清宣统二年（1910）止，哈雷彗星共出现 29 次，我国史书每次都有详细记录，极为宝贵。

战国时期，星官们对彗星的观测已经有了较为丰富的经验，观测时描绘了各种彗星形态。长沙马王堆三号汉墓帛书中就有 27 幅画着各种形状的彗星图（图 2—2），这应是楚国星官对彗星长期观测记录的成果。

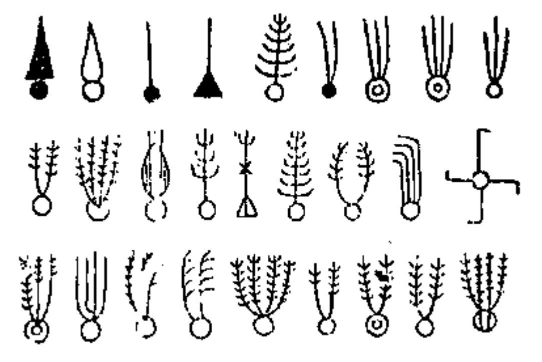


图 2—2　星官观测记录各种形态的彗星



再如对水、金、火、木、土五大行星的观测，在战国时期有很大突破，那就是发现行星的逆行。《汉书·天文志》载：“古历五星之推，无逆行者，至甘氏、石氏经，以荧惑、太白为有逆行。”顺行时间多，逆行时间少，如果不作长期的和系统的观测，是难

以发现逆行现象的。再者，根据《开元占经》[①]引文称："甘氏曰：去而复还为勾，再勾为已"，"石氏曰：东西为勾，南北为已"。从引文中还得知：甘德和石申测定了金星和木星的会合周期，并定出火星的恒星周期为 1.9 年（应为 1.88 年），木星为 12 年（应为 11.86 年）。

在长沙马王堆出土的帛书《五星》中，我们又可得知在战国末期对五星运行的观测和推算的新成果。从形式上来看，它给出的是从秦始皇元年（前 246）至汉文帝三年（前 177）共 70 年间木、土、金三星的位置表和这三星在一个会合周期内的动态表。然而，经过研究得出：这与战国时期的秦国所行用的颛顼历中关于行星的知识有密切关系，这是在对这三颗行星的运动状态作定量研究的基础上给出的。给出金星会合周期为 584.4 日，比今测值只小 0.48 日；土星的会合周期为 377 日，比今测值只小 1.09 日；木星的会合周期为 395.44 日，比今测值小 3.44 日。这说明战国末期的天文学家对行星运行的观测研究比甘德、石申时期又有进步。

二十八宿最后形成于春秋战国时期。在周代只是其建立的早期，后来逐渐发展，一般认为到公元前 4 世纪的甘德、石申时期，即战国中期，为最后全部完备时期，因为成书于公元前 239 年的《吕氏春秋》首次记述了二十八宿名称。

1978 年在湖北随县擂鼓墩发掘的战国早期曾侯乙墓中，获得了画有二十八宿的漆箱盖，而使得二十八宿形成年代提前到公元前 5 世纪的战国早期。此漆箱盖通长 82.8 厘米，宽 47 厘米，通高 19.8 厘米。盖面中央有一个篆文粗体斗字，周围是古代二十八宿名称。据考证：曾侯乙墓葬年代，是公元前 433 年或稍后一些的年代，而漆箱盖的二十八宿，在此之前已相当普及，故此论断其形成于公元前 5 世纪，是比较合理的。



在历法方面，春秋战国时期的古四分历，可表示这一时代的历算进步。春秋后期，产生了一种取回归年长度为 $365\frac{1}{4}$ 日，并采用十九年七闰为"闰周"的历法，即古四分历。这一回归年数值比真正的回归年长度只多 11 分钟，如果采用朔望月长度为 $29\frac{499}{940}$ 日，那么，可以较好地调节回归年与朔望月；就是在十九个回归年中，设置七个朔望月，共有 235 个朔望月，这样两者的天数相等，称为十九年七闰法[②]。这比古希腊天文学家麦冬（Meton）在公元前 432 年才发现这规则要早百年左右。古

---

① 《开元占经》，瞿昙悉达撰，成书于开元六年至十四年（718—726），共一百二十卷。

② 据考证，十九年七闰法可能是公元前 500 年前后，鲁国历算家发现的。十九年七闰有两种算法：(1)365.25 日×19＝6939.75 日；$29\frac{499}{940}$日×235＝6939.7499 日；(2)365.2422 日×19＝6939.60 日，29.53059 日×235＝6939.69 日。



四分历标志着我国历法已进入成熟期。当时各诸侯国分别使用黄帝、颛顼、夏、殷、周、鲁六种历法，它们都是四分历；只是所规定的历元和岁首有所不同而已。

所谓历元，是指所规定的历法起算年份。古人把冬至作为一年的开始，朔旦作为一月的开始，夜半为一天的开始，甲子日为干支纪日周期的起始。如果有一个理想的日子，是甲子日，它的夜半时刻又正好是冬至和合朔，把这一天的夜半时刻作为历法计算的起点，古人认为可使历法计算方便。此理想时刻就称作历元。

岁首，就是每年开始的月份。当时周室与其同姓诸侯国，使用黄帝、周、鲁历的，以包含冬至的月份，即阴历十一月（建子）为岁首；南方及东方殷民族诸侯国，使用殷历的，以阴历十二月（建丑）为岁首；晋国等古夏民族后裔居住区域，使用夏历的，以冬至后两月的正月（建寅）为岁首。这就是所谓“三正”。可见当时的历法已相当完整。

在春秋时期，我国还产生了世界上连续最长的纪日法，即干支纪日法。前面已讲到的春秋时期的第一次日食发生在鲁隐公三年，《左传・鲁隐公三年》：“春王二月己巳日有食之”，是指公元前 720 年 2 月 22 日的日全食。我国的干支纪日法，至迟从这一年起，至清宣统三年（1911）止，从没有间断过。由此可以看出，当时的星官在天象观测工作方面是何等精勤。

从战国时期起，我国天文学的发展，进入早期的高峰，而在体制的形成和建立方面，则是使我国天文学处于从观察到数量化的过渡阶段。大概在春秋中叶（约前 600），已开始用土圭来观测日影长短变化以定冬至和夏至日期，那时把冬至称为“日南至”。然而，当时的观测实践并不满足于仅仅测定冬、夏至和春、秋分。

为了更准确地反映季节的变化，我国古代历法中所特有的二十四节气划分，大致也是在战国时期齐备的。当时，把一年平均分为 24 等分，平均 15 天多设置一个节气，亦是以“视太阳”为均匀速度，在周年运行的黄道上，设置了 24 个特定位置。这是一个开端。至于“视太阳”在黄道上为不均匀速度所定的二十四节气，则在隋、唐时期才被历算家解决。



春秋战国时期的古四分历，把冬至点定在牵牛初度；而立春日，太阳在营室五度，这是符合当时实际天象的。这亦表明测算太阳行度，已达到一定的水平。

最后，我们再介绍甘德和石申对星表工作的贡献。战国时期，在公元前 350 年左右，齐人甘德著《天文星占》八卷，魏人石申著《天文》八卷。这两部原作都已失传。据后人记述的《石氏星表》，其中有 121 颗恒星的赤道坐标值和黄道内外度。它可能是在极长期观测中的总结，石申所进行的二十八宿距度和其他一些恒星入宿度的测量，是我国古代早期恒星观测的重要成果。

第三节　秦朝的天文机构

秦朝，是我国一个重要的朝代，统一后的中国，为我国古代天文学的发展奠定了由国家中央政府颁布政令、设置天文机构、制订施用历法的局面。

公元前5世纪至前3世纪，我国奴隶制日趋崩溃，社会形态向封建社会过渡。公元前221年，秦始皇吞并六国，结束了诸侯长期割据的局面，统一了中国，并且建立了我国历史上第一个中央集权国家。秦始皇当政，在各方面采取有力措施；然而，由于秦朝到二世即亡，享国日短，在天文历法方面，无任何建树。总体来说，还只是继承战国时期的天文体制，只作小的改革而已，至于思想体系，占星的因素成分仍未消除。

一、秦朝的天文机构模式

在秦朝有天文机构的设置，可以说这是未来的司天监前身或模式（表2—3）。当然其中有创新，但也存在按统治者的意图，设置天文官署人员及职掌。从《汉书·百官公卿表·第七》可以看出，当时设奉常这一官职。秦官：奉常，相当于周代春官宗伯，掌宗庙礼仪，有丞1人；其属官有太史、小史以及令丞，并有候星气、太祝令丞、太卜令、占梦博士等。

表2—3　秦朝天文机构模式

成　员	建　制	职　能	变　革	官署长官
奉常	奉常丞1人	奉常，周为春官宗伯，掌邦礼。秦改掌宗庙、礼仪		胡毋敬
太史令	1人	太史令为周之太史，冯相、保章之职		
太卜令	1人			
太祝令丞	1人	秦属奉常，封禅书、诸祠祭祀，皆太祝常主		
候星气	300人			
博　士	70人	典教职，礼仪	二世改20人	
占梦博士				
漏刻郎				



尽管秦朝的天文学没有太多发展，然而，消除了战国时期各国的天文历法体制不一的混乱局面，则是其贡献；同时，初建天文机构。虽然机构中的职掌还保存祭祀的官员，然而设立了博士官职，掌礼教的任务，这可看成是对占星的淡化，一个统一的专业性天文机构逐渐孕育诞生。



二、秦朝重要的天文活动

秦朝与周代不同，无历法陪臣。秦朝处于承上启下的社会改革变化之中，除旧布新是其在天文历法制度变革中的指导思想。

在历法上，秦宣公时初志闰月。秦始皇二十六年(前 221)改以十月为岁首。

战国时期各诸侯国采用不同的历法。古六历：黄帝、周、鲁、殷、夏、颛顼，分别行用于各诸侯国。各历的历元、岁首不同，因而产生“三正”，这已在上节述及。秦代采用《颛顼历》。《颛顼历》建亥，即以孟冬，即阴历十月为岁首。

《始皇本纪》〔正义〕载：“秦以建亥之月为正，故改年始，用十月而朝贺。”即以十月为岁首，至九月则为岁终，后九月即为闰月。

这是因为秦朝受“五行学说”支配的缘故。战国末年，齐人邹衍等主张五行学说，论述“终始五德”之运，以为天地剖判以来，五德转移，治各有宜，以“五行生克”为帝王嬗代之应。如：少昊以金德王；颛顼以水德王；帝喾以木德王；帝尧以火德王；帝舜以土德王。秦始皇推终始五德之传，以为周得火德，秦代周德，从所不胜，方会水德之始。改年岁首，历法用《颛顼历》。又因避始皇名讳，正月改称为端月。

秦朝又改腊月为嘉平。《史记・秦始皇本纪》：“三十一年十二月，更名腊为嘉平。”〔集解〕：“茅盈《内纪》曰：始皇三十一年九月庚子，盈曾祖父濛，乃于华山之中，乘云驾龙，白日升天。先是，其邑谣歌曰：神仙得者茅初成，驾龙上升入泰清，时下玄洲戏赤城，继世而往在我盈，帝若学之腊嘉平……于是始皇欣然，乃有寻仙之志，因改腊曰嘉平。”按夏称腊月曰嘉平；秦特改从夏之旧称。

在漏刻方面：在冬至昼漏 45 刻；冬至之后日长，九日加一刻，以至夏至，昼漏则为 65 刻，夏至之后日短，九日减一刻①。

有关秦朝的灵台，据考证，秦灵台用周代灵台，但也有异议。《秦会要补订》载：“始皇三年，岁次丁巳，采北祇铜，铸二剑，铭曰：定秦、小篆书，李斯刻，一埋在阿房宫阙下，一在‘日观台’下，长三尺六寸。”〔订〕：汉魏丛书本《刀剑录》作“一在观台下，无日字。”如果是这样，那么，可能是秦时的“观台”。

最后，我们来了解秦太史令胡毋敬的学术贡献。《汉书・艺文志》称：“秦太史令胡毋敬；《苍颉》七章者，秦丞相李斯所作也；《爰历》六章者，车府令赵高所作也；《博学》七章者，太史令胡毋敬所作也；文字多取史籀篇，而篆体复颇异，所谓秦篆者也。”

至于博士，秦博士最早记载见于始皇二十八年(前 219)其员列七十。《史记・

① 我国漏刻制度，古法定为一天百刻，即冬至昼漏 40 刻，夜漏 60 刻；夏刻昼漏 60 刻，夜漏 40 刻；春、秋分则昼、夜各 50 刻。

封禅书》称："皆属太常。其职掌有三：一通古今，二辨然否，三典教职。始皇初期，博士得与诸大臣共议政事；三十四年以后，议事制度取消。听事、群臣受决事，悉于咸阳宫。博士遂备员弗用，然典教职仍如故。故李斯云：有欲学者，以吏为师，吏即博士也。"

第四节　汉朝的天文机构

汉承秦制，设太史令、丞，统于太常。《汉书·百官公卿表》载："奉常，秦官，掌宗庙礼仪，有丞。"汉初称太常，惠帝时改称奉常，景帝中元六年(前144)更名太常。王莽时改称秩宗，东汉又改称太常。

汉武帝时，始置太史公，以司马谈为之，位在丞相上。天下计书，先上太史，副上丞相。谈死之后，其子司马迁继任；司马迁死后，汉宣帝以其官为令，行太史公文书而已[①]。汉初的太史令一官，仍兼有修史的任务，但是到了后来就不同了。

《后汉书·百官志》载："太史令一人，六百石，掌天时星历，凡岁将终，奏新年历。凡国祭祀丧娶之事，掌奏良日及时节禁忌，凡国有瑞应灾异，掌记之。丞一人，明堂及灵台丞一人，二百石。二丞掌守明堂、灵台，掌候日月星气，皆属太史。"《史通》载："自古太史之职，虽以著述为宗，而兼掌历象、日月、阴阳、度数。司马迁既殁，后之续史记者，褚少孙、刘向、冯商、扬雄之徒，并以别职来知史务，于是，太史之署，非复记言之司，故张衡、单飏、王立等，其当官见称，惟知占候而已。"此后，历代皆以天文历法官署，称为太史署，或太史局及太史监。

汉朝是我国较为强盛的朝代，自汉高祖至东汉献帝，共历四百多年之久；其天文机构的设置，则由初步建立以至逐渐形成规模，对此后各朝代的机构建设，有承先启后的作用。由《汉书·律历志·上》的记录便可知我国编制历法的壮举："武帝元封七年，大中大夫公孙卿、壶遂，太史令司马迁等言，历纪坏废，宜改正朔。遂诏卿、遂，迁与侍郎尊，大典星射姓等议造《汉历》。乃定东西、立晷仪、下漏刻，以追二十八宿相距于四方，举终以定朔晦、分至、躔离、弦望。姓等奏不能为算，愿募治历者，更造密度，各自增减，以造汉《太初历》。乃选治历邓平及长乐司马可、酒泉侯宜君、侍郎尊及与民间治历者，凡二十余人，方士唐都、巴郡落下闳与焉。都分天部，而闳运算转历。其法以律起历……与邓平所治同……乃诏迁用邓平所造八十一分律历，罢废尤疏远者十七家，复使校历律昏明。宦者淳于陵渠复覆《太初历》晦朔弦



① 《汉书·百官公卿表》无太史公一职，司马谈以太史丞为太史令。但《汉书·司马迁传》："谈为太史公。"史家认为：谈为太史令而已，迁尊其父故称为公；可是司马迁亦自称为太史公。故此，一些史家认为：太史公自是当时官府通称，固非官名，亦非尊加。



望，皆最密，日月如合璧，五星如联珠。陵渠奏状，遂用邓平历，以平为太史丞。"

从此可以了解到汉朝天文机构的雏形，有主管制历、观测星辰、研制仪象，校测晷景漏刻的职掌，这就是后来的太史局体制模式。

一、人员建制与职掌分工

汉朝天文机构人员编制及部门设置，比较精简，但是职掌分工已较明确：以编历为主要任务，兼及观象授时，即所谓立晷仪、下漏刻。漏刻已成为主要天文计时仪器。自汉以后，漏刻由太史掌之。此外还有校历律昏明，以及测候云物气色的职掌。《汉官六种》载：

> 灵台待诏四十一人，其中十四人候星，三人候风，十二人候气，三人候晷景，七人候钟律，一人舍人。

这里还要叙述两汉初期的博士，其与秦朝相同，仍设博士，不过初期的博士，掌望气、迎神和卜筮诸事，至汉武帝建元五年（公元前 136），才立五经博士，专以讲授经学为事。《唐六典》称："秦、汉奉常属官有太卜令。武帝置太卜博士，东汉并于太史。"

西汉和东汉的天文机构略有不同，但明显有继承关系。我们将各自的机构分表列出（表 2—4）。由于汉代史料记载不全，很难找出当时准确建制；至于太史令也难全部辑录。为了能尽量反映史书记载全貌，因而对某一时期首次出现的职掌名称，在其右上角附以星号。

表 2—4　西汉天文机构表

年　代	领导机构	负责官员	机构名称	负责官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
汉高祖 前 206—前 195	奉常	叔孙通	太史	魏尚	奉常秩中 2000 石 太史 600 石		
惠　帝 前 194—前 188	奉常	免					
高　后 前 187—前 180	奉常	根					
文　帝 前 179—前 157	奉常	饶信					
景　帝 前元一年至七年 前 156—前 150	奉常	斿 袁盎 窦彭祖 张　欧 肖　胜					
中元一年至五年	奉常	侯乘昌					

续表

年代	领导机构	负责官员	机构名称	负责官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
前149—前145 中元六年 前144	太常	吴利 吴利					
后元一年至三年 前143—前141		吴利 许昌					
武帝 前140—前87	太常	赵周 孔臧 李信	太史	太史令 司马谈 司马迁 太史令丞 邓平	太史令1人 秩600石 太史令丞1人200石 明台丞1人200石 灵台丞1人200石 太卜令 太卜博士 龟卜3人 易筮3人 占气、占星、占岁 太史待诏37人 望郎30人 掌记20人 治历6人 灵台待诏42人 候星14人 大典星 候日2人 候风3人 候气12人 候晷景3人 候钟律7人 漏刻郎	掌天时星历，望气，告朔。奏新年历书。掌奏良日及时节禁忌，记录瑞应灾异 掌守灵台，掌候日月星气	



续表

年　代	领导机构	负责官员	机构名称	负责官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
昭　帝 前86—前74	太常	江德 苏昌	太史令	张寿王		课《太初历》、《黄帝调律历》、《殷历》等十一家疏远。杂候日、月、晦、朔、望八节，二十四节气于上林清台	
宣　帝 前73—前49	太常	苏　昌 杜　绶				颁布《常符漏品》。耿寿昌发现日、月运动按赤道计算不均匀	
元　帝 前48—前33	太常	任千秋					
成　帝 前32—前7	太常	驹　普 刘庆忌 王　临 肖　尊	太史	尹　咸		求遗书于天下，诏光禄大夫刘向校经传诸子诗赋，太史令尹咸校数术	
哀　帝 前6—前1	太常	杜　业	太史			用夏贺良建言，改元易号，增置一天为120刻，建平二年（公元前5年）行用两月，停止	
平　帝 公元1—5	太常	张　夏 刘　张					

续表

年代	领导机构	负责官员	机构名称	负责官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
新·王莽 公元 9—22	秩宗	陈茂*	太史	太史令 宗宣 羲和 刘歆	天文生若干	曾行用*昼夜漏刻为 120 刻制	*《资治通鉴》卷三十八，汉记三十，天文官员改称为羲和

表 2—5 东汉天文机构表

年代	领导机构	负责官员	机构名称	负责官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
光武帝 25—57	太常	桓荣	太史		太史待诏 37 人 治历 6 人 龟卜 3 人 庐宅 4 人 日时 3 人 易筮 2 人 典禳 9 人 籍氏 3 人 许氏 3 人 典昌氏 3 人 嘉法 2 人 请雨 2 人 解事 2 人 医 2 人 灵台待诏 42 人 候星 14 人 候日 2 人 候风 3 人 候气 12 人 候晷景 3 人 候钟律 7 人 舍人 1 人	建武十二年，太史待诏张盛、景防、张隆等奉命用四分法推算弦、望，日月食，知《太初历》后天	



续表

年代	领导机构	负责官员	机构名称	负责官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
明帝 58—75	太常	任恺 周泽	太史			永平五年，待诏杨岑采用"缩用算"，计算弦、望、日月食时刻。诏令岑署弦、望日食官。又令张盛、景防以四分法计算与岑课，盛等多中，多岑六事。十二年诏令盛等代岑署弦、望月食加时	
章帝 76—88	太常	巢堪	太史	太史令玄 太史令弘	典星待诏*	元和二年废《太初历》，正式颁行《后汉四分历》太史令玄候测冬至，日在斗二十一度四分度之一	*主持观星工作；与太史待诏同属顾问性质的官员
和帝 89—105	太常	丁鸿 桓郁 张奋	太史	太史令巡 太史令舒		太史待诏霍融提出漏刻改革。永元十五年，诏造太史黄道铜仪	
殇帝 106	太常	魏霸					
安帝 107—125	太常	周章 刘恺	太史	太史令张衡		延光二年亶诵提出用殷历，梁丰提出用《太初历》。为张衡周兴所难	




续表

年　代	领导机构	负责官员	机构名称	负责官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
少　帝 125	太常	孔　扶					
顺　帝 126—144	太常	桓　焉	太史	太史令 虞　恭 张　衡		汉安二年，边韶提出用“去六十三分”法	
冲　帝 145	太常						
质　帝 146	太常		太史	太史令 陈授		发现：天以十二月月食，而历以后一年的正月月食	
桓　帝 147—167	太常	黄　琼 胡　广 孙　朗					
灵　帝 168—188	太常	张　奂 杨　赐 就　耽	太史	太史令 单飏 修	治历郎 太吏部太子舍人 太史部治历中 太史部郎中	光和中宗诚、张恂、刘洪等课验月食	
少　帝 189							
献　帝 189—220	太常	杨　彪 皇甫嵩	太史	太史令 王　立			

二、汉朝的灵台

西汉灵台。据文献来看，似有两种不同记载。《三辅黄图校证》称："汉灵台，在长安西北八里，汉始曰清台，本为候者观阴阳天文之变，更名灵台。郭延生《述征记》曰：'长安宫南有灵台，高十五仞，上有浑仪（延熹七年造），张衡所制，又有相风、铜鸟，遇风乃动……又有铜表，高八尺，长一丈三尺，广尺二寸，题云太初四年造。'按《长安志》：'唐修真坊，有汉灵台遗址，崇五尺，周一百二十步'……《水经注・渭水》记：'明堂北三百步有灵台，是汉平帝元始四年立。'当为武帝太初四年之误文，杨守敬《水经注疏》辨之甚是。《雍录》云：'清台，武帝造太初历之所。'《太平寰宇记》卷二十五，引《水经注》：'镐水北径清灵台，是合清台、灵台二者为一名。'又《雍录》云：'铜浑仪则云张衡所造，衡所造地动仪，在东汉顺帝阳嘉四年，其时帝都不在



长安，或者衡仪已成，亦分置长安候台耶'……灵台遗址，今在阿房宫南去明堂三百步，镐水经其西，古城村以西。"

《玉海》一书中有汉灵台的记载，其中有一处述文为："镐水北径汉灵台西，又径磁石门西门，在阿房前，悉以磁石为，令四夷朝者，有隐甲怀刃入门而胁之，以示神，亦曰却胡门。明堂北三百步，有灵台，元始四年立。"

《后汉书·王莽传》中亦有灵台记述："元始元年二月丙辰拜为太傅，赐号安汉公……元始三年……是岁莽奏起明堂辟雍灵台，为学者筑舍万区，作市常满仓，制度甚盛，立乐经，益博士员、经各五人，征天下通一艺、教授十一人以上，以及有逸礼、古书、毛诗、周官尔雅、天文图谶、钟律、月令、兵法、史篇文字，通知其意者，皆诣公车，网罗天下异能之士；至者前后千数，皆令记说廷中、将令正乖谬、壹异说云。群臣奏言：昔周公奉继体之嗣，据上公之尊，然犹七年制度乃定。夫明堂辟雍堕废千载莫能兴。今安汉公起于第家，辅翼陛下四年于兹，功德巍然。"再有，《太平御览》载："汉承秦灭学，庶事草创明堂，辟雍阙而未举。武帝封禅，始立明堂于泰山，犹不于京师。元始中，王莽辅政，庶绩复古，乃起明堂辟雍。"后者，似乎只说明"明堂辟雍"，而未涉及灵台，但是我们可再参阅《汉书新证》一书的论证：

安汉公奏立明堂辟雍，按《古镜图录》卷六有王莽时明堂辟雍镜铭云：

新兴辟雍建明堂，
然于举土比侯王，
子孙复具治中央。

然于者，单于也。旧有释作烈于爵土比侯王者，便不可通。又，始建国二年镜铭云：

唯始建国二年新家尊，
诏书特下大多恩，
贾人事市，不财啬田，
更作辟雍治校官，
五谷成熟天下安，
有知之士得蒙恩，
宜官秩，葆子孙。

《汉三国六朝纪年镜图说》。又扬雄《剧秦美新符命》[①]云：

明堂雍台壮观也。

雍谓辟雍，台谓灵台。可证王莽对于建立明堂辟雍，自夸为宏伟之事业，故两镜铭，扬雄符命皆言及之。

---

① 剧秦美新符命：王莽篡汉自立，国号新。扬雄上封事，论秦之剧，称新之美，以悦莽求免于祸；其文体仿司马相如封禅文而作。

这里可说明西汉灵台，非只一处；因为汉昭帝元凤三年历法家们杂候的清台，即为西汉灵台，似已为史家所公认。然而，汉平帝元始四年立的灵台，也恐非为武帝太初四年的误文。能否这样设想：自汉武帝至汉平帝时代，历时已百余年，由于旧台荒废而另立宏规。否则，以上记载，将无法解释。如果是这样，那么，《三辅黄图校证》与《太平御览》和《后汉书·王莽传》的记载则可吻合。从“灵台遗址，今在阿房宫南去明堂三百步”这段记述文字，又似乎可以看出《玉海》是继承性的记载；该书与《雍录》，同成书于宋代，考证当更为详细。而且扬雄与王莽为同时代人，对史实知之甚详。可惜文献并无确切记载，在此只作存疑。

东汉灵台。《东观汉记》载：“中元元年初起明堂、灵台、辟雍及北郊兆域。”《玉海》一六二卷引《洛阳记》载：“平昌门南直大道，东是明堂，道西是灵台。”《汉宫阁疏》记：“灵台高三丈，十二门。”《水经注》载：“灵台，光武帝所筑，高六丈，方二十丈。”《后汉书·礼仪志》记：“明帝永平二年春正月辛未，升灵台望云气，吹时律，观物变；三年春正月癸巳诏曰登灵台，见史官，正仪度。章帝建初五年春正月己酉，宗祀明堂，登灵台，望云物。”

这座灵台是当时全国最大的国家天文台。从东汉建武中元元年建台开始，到曹魏和西晋时期，连续使用达 250 年之久。史载：设灵台丞 1 人，灵台待诏 42 人等，有明确分工，以掌候日、月、星气，规模相当宏大。东汉天文学家张衡，在元初二年(115)至永宁元年(120)和永建元年(126)至阳嘉二年(133)，先后两次出任太史令，进行观测，亲自设计制造“候风地动仪”和“浑天仪”，撰写《灵宪》等天文著作，留传至今。可惜原台规模，今已不存。

1974 年，我国考古工作者在洛阳城南郊发掘出其遗址，位于今河南偃师县佃庄乡岗上村与大郊寨之间，占地范围约 44000 平方米，东西各有夯筑的墙垣，中心建有一座方形台子，即为灵台。台体全部由夯土筑成，地面下的台基长宽各约 50 米，地面以上的夯台，由于年代久远，台顶已塌毁为一个椭圆形的平面。台的四周有上、下两层平台，平台上均有建筑遗迹；下层平台略与现在的耕地地面等高，发掘时东、西、南三面的回廊已损坏无遗，北面的回廊还较好保存。北面正中间有坡道，可通达台的第二层；坡道宽约 5.7 米，两旁为回廊，东西各五间以上，每间进深约 2 米，面阔约 2.5 米。



第二层平台比第一层回廊的地面高出约 1.8 米，南北宽约 8.5 米，四面各有五间建筑，每面总长约 27 米，每间面阔约 5.5 米。地面均由长方形小砖按人字形砌就。

如此恢宏的建筑，以及其繁多的业务工作，称之为当时世界上最杰出天文台当之无愧。史载：此灵台共十二门。东汉章帝元和二年首制十二门诗，各以其月祀而奏之；其后，灵帝熹平四年正月，又撰十二门新诗，下太子乐官习诵，被声，与旧诗并



行者，皆有撰录，以成乐志，可见当时之盛，东汉班固《灵台诗》[1]：

乃经灵台，灵台既崇。帝勤时登，

爰考休征。三光宣精，五行布序。

习习祥风，祁祁甘雨。百谷溱溱，

庶草蕃芜。屡惟丰年，于皇乐胥。

三、汉朝重大的天文历法活动

汉朝的天文历法，颇有成就。天文机构的初步建立、创造仪象以利观测、观测实践的逐步深化、新与旧体系的论争，推动和导致了更准确历法的产生，这是科学进展的必然。汉朝天文历法主要活动在于：

第一，制订《太初历》。汉武帝太初元年（前104）十一月初一为甲子日，又恰逢冬至。汉武帝就在这年五月，命公孙卿、壶遂、司马迁等议造新历。当时献计修历的有十八家之多，决定采用邓平、落下闳的八十一分律，称《太初历》，以寅月为正月、岁首；规定以无中气之月为闰月，比以前的"年终置闰"办法更为合理，实测的五星运行周期也较以往的准确。

第二，杂候清台课历疏密。汉昭帝元凤三年（前78），太史令张寿王反对施行《太初历》，提出应用黄帝《调律历》。"诏下主历使者鲜于妄人，大司农中丞麻光等二十余人，杂候日月、晦朔、弦望、八节二十四节气，钧校诸历用状；并令丞相、御史、大将军、右将军史各一人杂候上林清台，课诸历疏密，凡十一家。以元凤三年十一月朔旦冬至，尽五年十二月，各有第。寿王课疏远。按汉元年不用黄帝《调律历》，寿王非汉历，逆天道，非所宜言，大不敬。有诏勿劾。复候，尽六年，《太初历》第一……"此事，《后汉书·律历志》记载甚详。

第三，《三统历》的改革。西汉末，刘歆改《太初历》为《三统历》，加以系统叙述，补充一些原来简略的天文知识和上古以来文献的考证，写成《三统历谱》，以统术推气朔，纪术步五星，岁术求太岁所在。首创"上元积年"法及135朔望月有23次交食的"三统周期"；于是交食年可推算。又定一章"月周"之数，因而恒星月的天数亦可知[2]。并发现《太初历》的回归年和朔望月的值太大，而且提出岁星超辰算法。



---

① 见《古今图书集成》〔明伦汇编官常典〕第四百十二卷，钦天监部。

② 因135个朔望月（朔望之会）有23交，一食年有两交（升、降交点），因而得一食年 $=\frac{135\text{月}}{11.5}=346.66$（日）。现代值为346.62日。

《三统历》开始区分出恒星月。以254为月周，一章＝254恒星月（经天月）；恰好，254＝235＋19。故此，月周＝章月＋闰法，从而算得一个恒星月 $=\frac{235}{254}\times$ 朔望月 $=27.325708$（日）。现代值为27.321661日。

《后汉书·律历志》载：

> 刘歆研机极深，验之春秋，参以易道，以《河图·帝览嬉》、《洛书·乾曜度》推广九道，百七十一岁进退六十三分，百四十四岁一超次，与天相应，少有阙谬。

这是因为：171 岁去朔余 63 分计算，一朔望月长度为 29.530496 日；相应回归年 171 岁也应去中余 1197 分，则一回归年长度为 365.2456 日①。朱文鑫在《历法通志》中称：

> 观汉书三统历，共分七节：一统母，二纪母，三五步，四统术，五纪术，六岁术，七世经。统以步日月，纪以步五星，为此历之本根。母者立法之源，术者推算之法也。五步者实测五星以验法，岁术者推岁之所在。世经者考古之纪年以证术也。提纲挈领，条理井然。

但是，《三统历》附会《易经·系辞传》，致使天文数据蒙上神秘色彩。而且，刘歆只引进岁星超辰法于《三统历》，对回归年和朔望月，仍保持《太初历》原值。这是因为，如采用新值，就不能符合其神秘的数字体系，这是其缺点。

然而，《三统历》仍不失为一部有价值的历法。就其内容有制历理论，有节气、朔望、月食及五星等的常数和运算推步方法。五星行度始见于《史记·天官书》，至《三统历》五步之法而大备，为后世历家所宗，其推算五星见复之期，多与今测密近。此外，尚有基本恒星距度；可以说作为天文历书的要素，已经具备。由于《汉书·律历志》采用其许多内容，使《太初历》的大体面貌得以保存，成为流传下来的第一部完整历法。

第四，《后汉四分历》的问世。东汉初年，发现日月合朔常在历书朔日之前四分之三天。章帝元和二年(85)，正式颁行治历编䜣、李梵等人撰的《后汉四分历》，以文帝后元三年(前 161)十一月夜半朔旦冬至为历元。这样，交气、合朔时刻，比《太初历》提前四分之三日，校正了《太初历》颁行一百多年以来“后天”现象。其后，又

① 去六十三分法。刘歆发现《太初历》的朔望月和回归年的数值都太大，于是提出更为精密的数据，颇有新意。

由于：岁实$=\frac{562120(周天)}{1539\quad(日法)}$，朔策$=\frac{2392(月法)}{81\quad(日法)}$；而一年$=12\frac{7}{19}$月，171 年=2114.964 月。

1. 171 年中，总的月法为 5058993.885，减去 63 分，除以 81，得：62455.973；最后除以 171 年的月数，即得朔望月为：29.53049644 日。

2. 以 171 乘岁实得周天数，为 96122520，减去 1197 分后，除以 1539，得 62457，再除以 171，即得 365.245614 日。

3. 刘歆推算得木星周期为 11.917 年，与古法 12 年周期相比，较为准确；因而每 144 年，木星运经 145“次”。事实上，144 年÷11.917 年=12.0836(周)，周天度为 365.25 度。故此，0.0836 约为 30.53 度，为一“次”，即超长一“次”。



经贾逵、李梵等参照《太初历》推算，发现并改进的有：将过去冬至点在牵牛初度，改正到在斗二十一度又四分度之一；日、月所在位置，用黄道度数来计算；月行速度有迟疾；定出："月移故所疾处三度，九岁九道一复"；这就是现代的月球轨道近地点的进动。首次采用实际测量二十四节气中太阳的去极度、正午晷景长度以及昼夜漏刻数值，是我国在这方面最早和最完整的记录。《后汉四分历》虽有长处，但对西汉末发现的"去六十三分法"和"月行迟疾"，仍没有用于历法计算中。

第五，延光和汉安论历。《后汉四分历》施行以后，又渐与实际不符。安帝延光二年(123)，中谒者亶诵反对《后汉四分历》以庚申为元，提出应以甲寅为元；梁丰提出复用《太初历》。经张衡、周兴予以驳斥，并提出使用九道法，即后来所称的定朔法，但都没被采纳。顺帝汉安二年(143)论历中，尚书侍郎边韶建议用"去六十三分法"，也没有被采纳。

第六，课验月食。《太初历》推算月食多失误，《后汉四分历》继承《太初历》方法，自本初元年(146)至熹平三年(174)共29年中，月先历食者16次。于是在汉灵帝光和年间，课验月食，引起争论，提出各种推算方法：

表2—6　汉朝四家预报月食周期

提出者	朔望月	月食次	备　　注
宗诚	135	23	三统周期
冯恂	5640	961	
王汉	93年＝1150月	196	
刘洪	11045	1882	乾象历

后汉常山长史刘洪，曾作《七曜术》，未施用。他首次引进月行迟疾，算出定朔、定望；又发现《后汉四分历》斗分[①]太大，因而以五百八十九为纪法，一百四十五为斗分，改进回归年和朔望月，并首次求得近点月的天数[②]。后来，于公元174～184年间，撰《乾象历》，在后汉参用，施用于吴国。首次提出黄、白交角为六度，称为"兼数"；并推算出941个交点年，即11045个朔望月，有1882次月食的周期；亦首次提出：在日、月合朔时，月球离黄、白交点不超过十五度半时，就有日食发生的"食限"概念；在交食的预报上



① 斗分，即回归年长度的日以下的小数部分。《四分历》的回归年为365.25日，0.25即称斗分。

② 东汉贾逵、李梵、苏统等历法家已知月行速度，因月道离地远近而有快慢，经过一近点月之后，近地点前移约3度；但没有通过它把近点月的数值算出来，而是由刘洪来完成。当时，刘洪已测得月行平均速度为每日$13\frac{7}{19}$度＝7874分；近地点每月前移$1825\frac{7}{47}$分，称为过周分。《乾象历》引入过周分；以一周天为365.2462度，一度为589分，则一周天为215130分，于是，得近点月＝(周天＋过周分)÷月行平均速度＝$(215130+1825\frac{7}{47})\div7874=27.553359$日，现代值为27.5545689日。

有重要贡献。

第七，漏刻改革。汉朝以一天为百刻，采用自冬至或夏至日起，每隔九日而增减一刻，此法称为《常符漏品》，颁行于汉宣帝本始三年（前 71），除汉哀帝建平二年（前 5）和王莽称帝短时改为百二十刻之外[①]，西汉都实行此法。

东汉建武十年（34）颁诏，改行夏历漏刻[②]，昼夜刻数以日长、短为数，率日南、北二度四分而增减一刻。但不知何故，《常符漏品》之法仍然与此法并用。

和帝永元十四年（102），太史令舒、治历卫承、待诏太史霍融等上言："官历率九日增减一刻，不与天相应，或时差至二刻半，不如夏历漏刻，随日南、北为长、短。"诏下太常，令史官与融以仪校天，课度远近。经过比对，夏历漏刻密，分明可施。乃"诏用夏历漏刻，依日行黄道去极，每差二度四分，为增减一刻，凡用四十八箭，終于魏、晋，相传不改。"

关于漏刻，汉武帝制定《太初历》时，漏刻正式成为主要的天文计时仪器。因此，漏刻"自汉以后，太史掌之，由天文机构管理，太史令为天文机构长官，其属员有太史待诏"。从以上记载来看，直接负责管理漏刻的官员当为太史待诏。

除了天文机构的漏刻以外，汉承秦制，皇太子属官，设"太子率更令"一职，以掌管宫殿门户，漏刻钟鼓及更直宿卫诸事。太子率更令下有太子庶人和太子舍人等属官，具体负责管理漏刻。据史载可知，汉代有三套班子分管漏刻计时工作：一是太史令属官太史待诏，负责用漏刻进行天文观测；二是太子率更令及其属官；三是光禄勋卿下属郎官。后两者与天文计时无关。

第八，仪象研制。汉代以来，用以测量天体球面坐标的仪器称为浑仪。汉武帝太初元年，落下闳于"地中（洛阳）转浑天"，即指浑仪；主要由刻有度数的几个圆环和观测天体的窥管组成，可能用铜制，直径八尺。



扬雄在其著作《法言·重黎》篇中称：

> 或问浑天，曰：落下闳营之，鲜于妄人度之，耿中丞象之。

意即：落下闳的浑天，鲜于妄人用它来测量，耿中丞（寿昌）按其结构制成模拟天球的仪器。

《后汉书·律历法》载：

> 汉宣帝甘露二年（前 52），耿寿昌铸铜为象，发现日、月每天移行的赤道度数并非均匀，行至牵牛、东井，日过一度，月行十五度；至娄、角，日行

---

① 汉哀帝建平二年（前 5）六月甲子，夏贺良上书，建议改元易号，增益漏刻，可以永安国家。哀帝采纳其说，漏刻行用 120 刻制，但行用两月停止。王莽于始建国元年（9）至地皇四年（23），行用每天 120 刻的漏刻制度。

② 指以测量太阳的赤纬每变化古度二度四分时，则时间增或减一刻的漏刻制度。



一度，月行十三度，赤道使然，此前世所共知也。如言黄道有验，合天，日无前却，弦望不差一日，比用赤道密近，宜施用。

这是因为日行黄道，月行白道，黄白交角小，两者相差较少，而两者则皆与赤道相差甚多所致。

东汉章帝元和元年(84)，傅安首先在赤道浑仪上加了黄道环，便于测量日月五星行度。和帝永元十五年(103)，贾逵又在傅安创造黄道环的基础上，制作黄道铜仪。

顺帝阳嘉元年(132)，张衡造浑天仪，这是浑象和漏壶相结合的仪器，以水力驱动，使浑象上星宿出没与天象一致；他又造候风地动仪，是世界上第一架地震仪。

第九，天象观测。汉朝对天象观测记录，有两个特点：

一是逐渐齐备，如出现了准确的太阳黑子记录。《汉书·五行志》载："河平元年(公元前28)三月己未，日出黄，有黑气。大如钱，居日中央。"对黑子出现的时间、形象、大小和位置，都做了明确的记述。此后，在《二十四史》中，有一百多次黑子记录。

新星和超新星的明确记载，亦首见于汉朝，如"元光元年(前134)六月，客星见于房。①"这是中外历史上都有记载的第一颗新星，但西方记录未注明时间和方位，不如我国记录简明、准确。又如《后汉书·天文志》载："中平二年(185)十月癸亥，客星出南门中，大如半筵、五色喜怒，稍小，至后年六月消。"这是世界上最早的超新星记录。自此以后到1700年，我国有90个新星记录，其中可能有11颗超新星的记载。这些记事，为近代射电天文研究、探索宇宙射电源和X射线天文学探测X射线源的对应体提供可靠的依据。

二是记录趋于详尽和精细。如对日食观测，不但有发生日期记载，而且开始注意到食分、亏起方位及初亏、复圆时刻。《汉书·五行志》载：

汉(武帝)征和四年八月辛酉晦(公元前89年9月29日)日食，不尽如钩，在亢二度，晡时食，从西北，日下晡时复。



关于彗星记事，对彗星运行路线、视行快慢以及相应的时间，都写得很清楚。哈雷彗星从春秋战国至清末，共出现并记录的有31次，而以《汉书·五行志》元延元年(前12)的记录最为详细：

元延元年七月辛未，有星孛于东井，践五诸侯，出河戍北，率行轩辕、太微，后日六度有余，晨出东方。十三日，夕见西方……锋炎再贯紫宫中……南逝度犯大角、摄提。至天市而按节徐行，炎入市中，旬而后西去；五十六日与苍龙俱伏。

关于极光的记录，从汉朝开始观测次数较前增加。据统计，到1751年，我国共

① 《汉书·天文志》所载。房即房宿，相当于今天蝎星座的头部。

有极光记事近300次。

可见,汉朝测候星官的观测记录,相当勤劳。

第五节　三国时期的天文机构

公元184年,爆发了黄巾农民起义,后汉政权受到严重打击,名存实亡。公元220年,曹丕称帝,后汉灭亡。从这年起到公元280年吴国灭亡止,共历61年;但一般也把魏、蜀、吴建国前的历史,亦划入这一范围而称为三国时期。

在这时期,战争频繁,政局不稳。后汉王朝的天文机构遭到破坏,工作停顿,人员流散。继之国家分裂,各个小朝廷都没有能力维持以往汉朝的天文繁荣局面,只能开展最低限度的工作。

魏国继承后汉、占据洛阳,因而还可以利用当时的后汉灵台进行观测,以及编制历法。至于吴国,由于文献资料所限,没有发现有灵台的记载。在蜀国,我们从以下两处记载可见到灵台的痕迹:

清乾隆年间四川《泸州直隶州志》载:

> 观星台,在县东距城半里,相传汉建兴三年诸葛武侯观星于此;上刻古迹二字。

再有:清嘉庆《成都县志》载:

> 观星台,在府署内,相传汉丞相诸葛亮与昭烈帝观星于此。

综观这时期的历史发展可以看出:魏和吴采取有力措施,经济得到恢复发展,而蜀则因国力有限而稍为逊色。反映于文化科学方面,则魏、吴在其相对稳定以后研究历算,颁行新历,制造仪象,有所创新。在天文机构设置上,根据史书记载,整理出魏、吴、蜀的天文机构。

一、魏吴蜀的天文机构

表2—7　魏国天文机构表

年　代	领导机构	负责官员	机构名称	负责官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
魏文帝 220—226	太常	邢贞	太史监	太史令 高堂隆 太史丞 韩翊 许芝	律历 乐详 候部郎 15人 望候郎 20人	掌候天文	



续表

年 代	领导机构	负责官员	机构名称	负责官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
魏明帝 227—239	太常	韩暨	太史监	太史令 许芝	太史待诏 骆 禄		
齐 王 240—253	太常	高柔 傅嘏	太史监		灵台丞 马 训 星 人 浩 详		
高贵乡公 254—259							
元 帝 260—265							

表 2—8 吴国天文机构表

年 代	领导机构	负责官员	机构名称	负责官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
吴大帝 222—252	太常	顾雍 潘璿 滕胤	太史监	太史令 丁孚 吴范 陈卓	太史郎 赵 达		
会稽王 252—257	太常	全尚	太史监	太史令 韦曜 太史丞 公孙滕			
景 帝 258—263							
末 帝 264—280	太常	周处	太史监	太史令 姚信 陈苗	占 候 陈 训		



表 2—9 蜀国天文机构表

年 代	领导机构	负责官员	机构名称	负责官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
先 主 221—222	太常	赖恭	太史监	缺[1]			
后 主 223—263	太常	杜琼	太史监		占 梦 赵 直 占 候 张 裕		

二、主要的天文活动与贡献

在这时期中，历法也不统一。魏于初期行用《后汉四分历》，景初元年(237)颁用杨伟编制的《景初历》，吴于孙权称帝后次年(223)行用《乾象历》，蜀则自始至终行用《后汉四分历》。至于其他方面的重大活动及贡献有：

魏黄初年间，太史令高堂隆造《大和历》，太史丞韩翊造《黄初历》，两历法都依照《乾象历》稍加改变，但不如《乾象历》准确，因而没有颁行。景初元年，尚书郎杨伟的《景初历》编成，该历颇有创新。特点是：取朔望月日数为 29.53060 日，比《乾象历》的 29.53054 日为佳。再如近点月的值，虽然首次为《乾象历》导得，然而《景初历》创立的方法，计算值为 27.554508 日，为第二个准确值的求得者，最准确者则为后来隋朝《大业历》值，为 27.554552 日。

然而《景初历》的最大贡献在于：首次提出计算“食分”和“日食亏起方位”的方法。杨伟造《景初历》时，才知道黄、白交点每年有变动，并了解到交食在离“交点”十五度(近赤道上计量)以内，即可发生。于是，《景初历》提出计算“食分”的判据[2]为：



> 去交度十五以上，虽交不食也，十以下是食，十以上，亏食微小，光晷相及而已。亏之多少，以十五为法。

至于“日食亏起方位”的判别，《晋书・律历志・下》载：

---

① 三国时期天文官员资料甚缺，蜀国尤甚。人们多以为谯周任蜀太史令，其实不然，《三国志・蜀书・谯周传》只载其通晓天文，任蜀汉后主时光禄大夫。至于何人任太史令，待考。

② 用现代公式表示，为：

$$食分\ Q=\left(\frac{15-M}{15}\right)\cdot R$$

其中 M 为合朔时月球距交点的度数；R 为月轮表面划分度，定为 15。因而，当 $M\geqslant15$，则 $Q\leqslant0$，不发生交食；而当 $M<10$ 时，食分较大；$M>10$ 时，食分很小，只是光晷相接触而已。如月球正在交点上，$M=0$，则发生全食；食分最大为 15 分。



求日食亏起角术曰：其月在外道，先交后会者，亏食西南角起；先会后交者，亏食东南角起。其月在内道，先交后会者，亏食西北角起；先会后交者，亏食东北角起。亏食分多少，如上以十五为法。会交中者，食尽。月食在日之冲，亏角与上反也。

这样的判别是十分清楚的。外道，指在黄道以南；内道，指在黄道以北。会，则指日月合朔。“先交后会”指：“交食在合朔之前”；“先会后交”则指：“交食在合朔之后”。那么，上面述文中前两点分别对应于月球过升交点时的情况；而后两点则分别对应于过降交点时所发生遮掩的日食亏起方位。

《景初历》于景初元年在魏国行用，到西晋初改名为《泰始历》，予以颁用；刘宋初又改名《永初历》，北魏初也用《景初历》，共行用 240 年之久，可见其在各历法中的地位。

在这期间，杨伟曾测定黄赤交角为 23.9583°；吴国王蕃在公元 264 年测量为 24°。在天文仪象方面，吴国陆绩、王蕃制造浑象。与张衡的浑象无大差别，只是大小减少了四分之一。此外，吴国葛衡也曾作浑天仪，使地居于中，以机动之，天转而地止，以上应晷度。

吴国太史令陈卓，把当时主要的甘德、石申、巫咸星官，汇集在一起，并同存异，编成一本包含 283 官、1464 颗星的星表，并绘制为星图。

在《宇宙理论》方面，吴国太史令姚信撰《昕天论》，以解释昼夜长短。《晋书·天文志上》卷十一载：

吴太常姚信造《昕天论》云：……故知天之体南低入地，北则偏高。又冬至极低，而天运近南，故日去人远，而斗去人近，北天气至，故冰寒也。夏至极起，而天运近北，故斗去人远，日去人近，南天气至，故蒸热也。极之高时，日行地中浅，故夜短；天去地高，故昼长也。极之低时，日行地中深，故夜长；天去地下，故昼短也。

第六节 晋和十六国的天文机构

经过三国时期持续四五十年的战争，公元 263 年，魏灭蜀，三年后，司马炎代魏称帝，于洛阳建立西晋王朝；晋武帝太康元年(280)灭吴，统一全国。可是由于统治集团内部斗争，以及随之而起的民族矛盾，晋愍帝建兴四年(316)，匈奴贵族刘渊建立起来的汉灭西晋。第二年，司马睿在建康(今南京)重建晋朝，史称东晋。而北方继汉之后建立了 16 个贵族统治政权，从而进入十六国时期。从公元 304 年至北魏统一北方止，共 135 年之间，战乱连绵，国无宁日，天文工作处于低潮。

一、晋朝的天文机构

作为中央政府的晋天文机构很不健全。《晋书·百官志》载：

太常有博士，协律校尉员，又统太学诸博士，祭酒及太史、太庙、太乐、鼓吹、陵等令；太史又别置灵台丞。

可见晋天文机构仍属太常。《历代职官表》载：

晋设太史令，太史丞，典历，灵台丞，望候郎和候部郎。

《唐六典》载：

晋太史令品第七，秩六百石……太史丞，从七品下。魏、晋等皆用汉氏。

监候，从九品下，魏、晋太史令吏员有望候郎二十人，候吏十五人，掌候天文……有典历四人。

人员建制远不如汉朝完整。至于灵台，西晋仍沿用洛阳灵台，东晋在建康史载无灵台建设。

表 2—10　西晋天文机构表

年代	领导机构	负责官员	机构名称	负责官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
武帝 265—290	太常	张华	太史监	太史令 陈卓	灵台丞 望候郎 20 人 候部郎 15 人 典历 4 人	编历，掌候天文	
惠帝 290—306	太常	郑球					
怀帝 307—312	太常	挚虞		太史令 高堂冲			
愍帝 313—316	太常			太史令			未详



表 2—11 东晋天文机构表

年 代	领导机构	负责官员	机构名称	负责官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
元 帝 317—322	太常	贺循		太史令 陈 卓			
明 帝 323—325	太常	薛兼	太史令				未详
成 帝 326—342	太常	顾和	太史令				未详
康 帝 343—344	太常	司马昱		太史令			未详
穆 帝 345—361	太常	王彪之					未详
哀 帝 362—365	太常						未详
废 帝 366—370	太常						未详
简文帝 371—372	太常						未详
孝武帝 373—396	太常	车胤		太史令			未详
安 帝 397—418	太常	殷茂					未详
恭 帝 419—420							未详

表 2—12 十六国的天文机构表

国 名	主要君主	太 常	太史令	灵台令	备注
成(汉) 303—347	李 特 李 班 李 势		韩 豹 韩 皓		
汉(前赵) 304—329	刘 渊 刘 聪 刘 曜	朱 纪 梁 胥	宣于脩之 康 相 弁广明 台 产 任 义		



续表

国名	主要君主	太常	太史令	灵台令	备注
后赵 319—351	石勒 石季龙	傅遘 絛攸	赵揽		
前燕 337—370	慕容皝 慕容儁		黄泓	许敦	
后燕 384—407	慕容垂	郑豁 封劝 孙沂	晁崇(太史郎) 王先(太史丞) 靳安		
后秦 384—417	姚苌 姚兴	权翼 索棱 杨轨	任猗 高鲁 郭麐	张泉 张渊	
前秦 350—394	苻洪 苻健 苻坚		康权 魏延 张孟 王彤		
后凉 386—403	吕光 吕纂	郭麐 杨颖	贾曜		
北凉 397—439	段业 沮渠蒙逊		刘梁 张衍 赵歌(太史)		
北燕 407—436	冯跋 冯弘	冯睹 刘轩 (太常丞) 阳哲	闵尚 张穆		
南燕 398—410	慕容德		成公绥	张光	
南凉 397—414	秃发傉檀		景保		
夏 407—431	赫连勃勃		张渊 徐辩		

以上可以看出，晋朝天文机构的记载，反而不如十六国中的一些政权天文机构来得详细。



二、十六国的天文机构

从公元 304 年刘渊割据称汉王起，在我国北方和巴蜀形成分裂的 16 个政权为：汉（前赵）、成汉、后赵、前秦、后秦、西秦、前燕、后燕、南燕、北燕、前凉、后凉、南凉、北凉、西凉和夏等国。据史书记载，大部分设有天文机构。

三、十六国的太常和太史令

十六国设有太常官职的有：汉（前赵）、后赵、后秦、后凉、北燕；设太史令的有：汉（前赵）、成汉、前燕、前秦、后秦、后燕、后凉、南燕、北燕和夏等，其中有的太史令或灵台令名闻当世。例如晁崇，《魏书・艺术传》称：

> 晁崇，家世史官。崇善天文术数，知名于时。为慕容垂太史郎。

又如后秦灵台令张渊，明占候，著《观象赋》，以文学兼天文学认星观象为后人称道。《魏书・艺术传》称：

> 张渊仕姚兴父子，为灵台令。姚泓灭，入赫连昌，昌复以渊及徐辩对为太史令。世祖平统万，渊与辩俱见获。世祖以渊为太史令。

四、十六国的灵台、漏刻和浑仪

汉为刘渊所创。公元 304 年刘渊在左国城（今山西离石）称汉王，公元 308 年称帝，次年迁都平阳（今山西临汾西南）。公元 310 年刘聪即位，六年后灭西晋。公元 319 年刘渊侄刘曜又迁都长安，改称前赵。当时在平阳置有浑仪。

后赵，是羯族石勒于公元 319 年创立，十年后灭前赵；第二年称帝，都于襄国（今河北邢台西南）。石勒烧焚前赵宫室，徙浑仪于襄国。公元 320 年，设专门管理漏刻的机构“挈壶署”。八年后，又搬洛阳晷表置于襄国。公元 331 年兴建“灵台”。《晋书・石勒传》载：



> 勒命徙洛阳晷影于襄国，列之单于堂。
>
> 起明堂、辟雍、灵台于襄国城西。

后来，后赵迁都于邺（今河北临漳西南），也重视天文观测。《晋书・载记・石季龙传》载：

> 咸康二年（336）……又于襄国起太武殿，于邺造东西宫，至是皆就。太武殿基高二丈八尺……又起灵风台九殿于显阳殿后，选士庶之女充之。后庭服绮罗、玩珍奇者万余人，内置女官十有八等，教官人星占及马步射，置女太史于灵台，仰观灾祥，以考外太史之虚实……禁郡国不得私学星谶，敢有犯者诛。

前燕，为鲜卑贵族慕容廆所建，开始在辽河流域一带。公元337年其子皝称燕王，都龙城(今辽宁朝阳)。皝子儁又迁都蓟(今河北蓟县)，公元352年称帝，五年后再迁都于邺。

前燕设有灵台署。《晋书·艺术·黄泓传》：

慕容儁即位，以黄泓为进谋将军，太史令，开阳亭侯……灵台令许敦害其宠，谄事慕容评，设异议以毁之，乃以泓为太史诸署统，加给事中，泓待敦弥厚，不以毁己为心。

前秦，是氐族贵族苻洪所主，初称三秦王。晋穆帝永和七年(351)，其子苻健据长安称帝，建元皇始。《晋书·载记》：

皇始四年起灵台于杜门，与百姓约法三章，薄赋卑官，垂心政事，优礼耆老，修尚行学，西关右称来苏焉。

其后，苻坚于晋穆帝升平元年(357)称大秦天王，起明堂，缮南北郊，每月一临太学，考学生经义。关陇清宴，自长安至诸州，皆夹路树槐柳，百姓歌之：

长安大街，夹树杨槐，下走朱轮，上有鸾栖，英彦云集，诲我萌黎。

苻坚曾因太史令魏延占测有验，遂重星官。其何以如此，史载轶事颇饶兴趣。《晋书·载记》载：

是夕有大风从西南来，俄而晦冥，恒星皆见，又有赤星见于西南。太史令魏延言于坚曰："于占西南国亡，明年必当平蜀汉。"坚大悦，命秦梁密严戒备；乃以王猛为丞相，以苻融为镇东大将军，代猛为冀州牧。融将发，坚祖于霸东，奏乐赋诗。坚母苟氏以融少子，甚爱之。比发，三至灞上，其夕又窃如融所，内外莫知。是夜，坚寝于前殿，魏延上言："天市南门屏内后妃星失明，左右阍寺不见，后妃移动之象。"坚推问知之，惊曰："天道与人何不远！"遂重星官。

后秦是羌人姚苌建立的政权，苌于公元386年称帝，都于长安。任张泉为太史令。姚兴及其子姚泓时，灵台令为张渊。当时长安的天文仪器相当齐整。《宋书·本纪》载：

东晋义熙十三年(417)八月，王镇恶克长安，生擒后秦王姚泓，刘裕收其浑仪、土圭等，献京师。

南燕，为鲜卑人慕容德于公元398年所立，先建都滑台，后迁都广固(今山东益都西北)，其子慕容超时，以张光为灵台令，可见其有灵台之设。

五、晋和十六国重大天文活动及贡献

终晋一代，没有杰出的天文家，因而其贡献较为逊色。晋统一中国，沿用《景初

历》,改称为《泰始历》。其后虽有新造历法,终因五胡之乱没有行用。及至东晋更无所创改,只是因《泰始历》推算五星过于粗略,以《乾象历》五星法代替而已,行用至晋亡。

然而值得提出的是:利用当时的各种历法,来验证春秋日食朔闰的研究,却产生于此时。虞喜发现岁差,揭开我国天文史新纪元,也发生于这时。此外,在十六国中涌现出两家历法:一是后秦姜岌的《三纪甲子元历》,另一是北凉赵𢾺的《元始历》,这是我国少数民族政权历法家的创造!

(1)杜预注解《春秋左氏经传集解》时,曾作《春秋长历》,载于《春秋释例》中。《晋书·律历志》载:

> 杜预著春秋长历,说云:……自古以来,诸论春秋者多违谬,或造家术,或用黄帝以来诸历、以推经传朔日,皆不谐合……余感春秋之事,曾著《历论》,极言历之通理……余为《历论》之后,至咸宁中,善算者李修、卜显,依论体为术,名《乾度历》表上朝廷……时尚书及史官,以《乾度历》与《泰始历》参考古今记注,《乾度历》殊胜《泰始历》,上胜官历四十五事。今其术具存。又并考古今十历以验春秋,知《三统》之最疏也。

推验春秋朔闰日食,最早为《三统历》,但有系统探索者则为杜预,继之有后秦姜岌,首先用《三纪甲子元历》推算春秋日食;唐一行用《大衍历》;元郭守敬用《授时历》推算,各有所本。由于春秋历法凌乱,置闰互异,经传日月,各不相同。杜预虽非历算家,然而其考证,不失为优良之作,开研究春秋历术风气之先。延续至清朝,治春秋之学者,不下三十余家。近世日本学者新藏新城,亦涉足于《春秋长历》的研究,相当精辟。

(2)后秦姚兴时,相当东晋孝武帝太元九年(384),天水人姜岌造《三纪甲子元历》,施用于后秦。此历的优点在于:利用月食,验太阳位置。《隋书·律历志》载:

> 晋时有姜岌,又以月食验于日度,知冬至之日,日在斗十七度。

《新唐书·历志》亦载:

> 太元九年,姜岌更造《三纪术》,退在斗十七度。曰:"古历斗分强,故不可施于今;《乾象》斗分细,故不可通于古。《景初》虽得其中,而日之所在,乃差四度,合朔亏盈,皆不及其次。假月在东井一度食,以日检之,乃在参六度。"岌以月食冲知日度,由是躔次遂正,为后代治历者宗。

姜岌有《浑天论》著作,其中有首次提出"蒙气差"原理及概念的叙述。《隋书·天文志》载:

> 姜岌云:……夫日者纯阳之精也,光明外曜,以眩人目,故人视日如小。及其初出,地有游气,以厌日光,不眩人目,即日赤而大也。无游气则

色白，大不甚矣。地气不及天，故一日之中，晨夕日色赤，而中时日色白。地气上升，蒙蒙四合，与天连者，虽中时亦赤矣。

这比丹麦天文学家第谷，于16世纪才提及蒙气差为早。

(3)北凉时代河西人赵歐，官太史，善历法，于公元412年撰《元始历》，行用于北凉及北魏。以$365\frac{1759}{7200}$日为岁实。$29\frac{47251}{89052}$日为朔策。此两值化为真分数后，分子均为2629759，称为周天。这是其特点之一；特点之二是首创600年中置221闰的“闰周”，即在章岁，600年间设742月，打破过去的“十九年七闰法”，称为“破章法”，很具卓识。其后，祖冲之稍变其率，提出“三百九十一置一百四十四闰”，皆不出《元始历》的范围。事实上，在历法中取11年置4闰，闰月嫌多，$\frac{11}{4}$称强率；而取19年置7闰，则闰月嫌少，$\frac{19}{7}$称弱率。如令普遍公式：

$$\frac{7n+4}{19n+7}$$

则当取$n=20,31$时，分别为祖冲之和赵歐闰周。

(4)东晋天文学家虞喜，观测当时冬至日昏中星为壁宿，因而领悟到一个回归年之后，太阳没有在黄道运行一周，而是每岁渐差。于是首次提出：“天自为天，岁自为岁”；把《尚书·尧典》的“日短星昴”记录与晋成帝时代(325—342)昏中星相比，求得岁差为每五十年差一度。

《新唐书·历志》载：

……古历，日有常度，天周为岁终，故系星度于节气。其说似是而非，故久而益差。虞喜觉之，使天为天，岁为岁，乃立差以追其变，使五十年退一度。



(5)前赵刘曜光初六年(323)，史官丞南阳孔挺造浑仪。《隋书·天文志》载：

梁华林重云殿前所置铜仪，其制则有双环规相并，间相去三寸许，正竖当子午……其里又有双规相并，如外双规。内径八尺，周二丈四尺，而属双轴。轴两头出规外各二寸许，合二为一。内有孔，圆径二寸许，南头入地下，注于外双规南枢孔中，以象南极。北头出地上，入于外双规北枢孔中，以象北极，其运动得东西转，以象天行。其双轴之间，则置衡，长八尺，通中有孔，圆径一寸……所以准验辰历，分考次度，其于揆测，唯所欲为之者也。检其镌题，是伪刘曜光初六年，史官丞南阳孔挺所造，则古之浑仪之法者也。

(6)漏刻。据《晋起居注》载：

晋朝宫廷中，设有漏刻史……



而《晋书·舆服志》载：

皇帝出巡，车驾有"五时车"，掌管时刻。

晋成帝咸和七年(332)，会稽山阴令魏丕曾制一漏刻上贡，但史载有关结构尚不清楚。明确记载三级补偿式浮漏箭的最早文献，是晋代孙焯的《漏刻铭》：

累筒三阶，积水成渊，器满则盈，承虚赴下，灵虬吐注，阴虫承泻。

史载，晋太元十二年(387)，永安宫铜漏刻所制的储宫漏刻，可能是三级补偿式浮箭漏。

第七节　南北朝的天文机构

历史进展到南北朝时期，政权更迭频繁，年代交叉重叠。虽然各朝修有专史，但系统复杂，考订甚繁。因而，在下面行文中略作历史沿革叙述，或许有助于理解。

从公元420年东晋灭亡到公元581年隋统一全国，这期间史称南北朝。南朝从刘裕代东晋为宋，再经齐、梁至陈亡(589)共四代。北朝则从公元439年北魏统一北方开始，到公元534年分裂为东、西魏；后来北齐代东魏，北周代西魏又灭北齐，至公元581年为隋取代；直到隋灭陈和后梁(南朝梁的残余势力)才结束南北朝对峙的局面。

一、南朝的沿革和天文机构

(一)宋代

公元420年，刘裕代晋称帝，建都建康。领域有今黄河以南、长江和珠江流域各省，后来河南、淮北，渐为北魏所占。公元479年为齐所灭。

至于天文机构，《宋书·百官志》载：

太常、太史令一人，丞一人，掌三辰时日祥瑞妖灾，岁终则奏新历……

《历代职官表》载：

设典历和漏郎将。

有灵台之设。明朝《一统志》载："日观台在台城，即刘宋司天台。"台城，指今南京鸡鸣山。

关于灵台，《南齐书·虞愿传》载：

虞愿，字士恭，会稽余姚人也……元嘉末为国子生，再迁湘东王国常侍，转浔阳王府墨曹参军。明帝立，以愿儒吏学涉，兼蕃国旧恩，意遇甚厚，除太常丞……帝性猜忌，体肥憎风，夏日常著皮小衣，拜二人为司风令

史，风起方向，辄先启闻，星文灾变，不信太史，不听外奏，敕灵台知星二人给愿，常内省直，有异造启，以相检察。

(二)齐代

公元479年，萧道成代宋称帝，都于建康，史称南齐；领域有长江和珠江流域各省。公元502年为梁所灭。

天文机构，设太史令，仍隶于太常。《南齐书·百官志》载：

太常领太史令一人，丞一人。

《历代职官表》载：

设典历和漏郎将。

(三)梁代

公元502年，萧衍代齐称帝，都于建康，领域有今长江、珠江流域各省，最盛时及于淮北和汉中。侯景之乱以后，为北齐、西魏所攻，丧失蜀土和江北各地。公元557年为陈所代。

天文机构设太史令丞及灵台丞，仍隶于太常。《隋书·百官志》载：

太常卿视金紫光禄大夫，统明堂二庙、太史、太祝、廪牺、太乐、鼓吹、乘黄北馆、典客馆等令丞，太史别有灵台丞。

《历代职官表》载：

设典历和漏郎将。

梁有灵台。梁初，用宋《元嘉历》，天监三年(504)下诏定历法。天监八年，祖暅以祖冲之《大明历》上报，有诏使太史令将匠道秀等，比较新旧二历气朔、交食及七曜行度，起天监八年十一月至九年七月。结果新历密，旧历疏。于是，祖暅再次报告；《隋书·律历志》载：

史官今所用何承天历，稍与天乖，纬绪参差，不可承案，被诏付灵台，与新历课疏密，前期百日，并又再申……

(四)陈代

公元557年，陈霸先代梁称帝，都于建康，领域有长江下游和珠江流域各省，后来一度占有淮河南北，但不久失去。公元589年为隋所灭。

天文机构设太史令，隶于太常。《隋书·百官志》载：

陈承梁，皆循其制，官其所制。品秩太常卿，秩二千石，品第三；太史令六百石，品第五。



《历代职官表》载：

设典历和漏郎将。

陈有灵台。《南史·二·传》载：

天嘉六年(565)秋七月，癸未，有大风自西南至，广百余步，激坏灵台候楼。

二、北朝的变迁和天文机构

在这里，有必要回顾北魏与东、西魏以及北齐、北周的关系。鲜卑族拓跋部，在东汉末年，以漠北南迁，定居盛乐(今内蒙古和林格尔以北)，晋愍帝建兴三年(315)，封拓跋猗卢为代王，建立代国；至公元376年为前秦苻坚所灭。淝水之战后，前秦瓦解，代国后裔拓跋珪(道武帝)于公元386年乘机复国，改称魏，即北魏；公元398年建都平城(今山西大同)。逐步吞并夏、北燕、北凉，到公元439年统一北方。公元493年，孝文帝迁都洛阳，领域北至蒙古高原，西至新疆东部，东北至辽西，南大致以淮河、秦岭为界。至公元534年，孝武帝受高欢胁逼，逃往关中。高欢另立元善见为帝，迁都邺，史称东魏。公元550年，高欢之子高洋取代称帝，建立北齐。东魏共17年。公元534年，北魏孝武帝逃往关中，依靠将领宇文泰，第二年为宇文泰所杀；另立元宝炬为帝，史称西魏。公元557年宇文泰之子宇文觉取代称帝，建立北周。西魏共24年。

北齐公元550年，高洋称帝，建都于邺。领域占有今洛阳以东的晋、冀、鲁、豫及内蒙古一部分。公元577年为北周所灭。

北周。公元557年宇文觉代西魏称帝，都长安。后灭北齐，统一中国北方，公元581年为隋所代。



北魏的天文机构，《魏书·官氏志》载：

自太祖至高祖初，其内外百官屡有减置，或事出当时，不为常目……旧令亡失，无所依据。太和中高祖诏群僚议定百官，著于令。太常，从一品下。太史博士、太卜博士、太常日者，从七品下。太常丞，五品下。太常助教，九品中。太子率更令，从三品下。

至于太史令，并未定制；只定太祝令为从五品上，太史令当与之同阶。

北魏有天文殿和灵台。《北史·卷一·纪》载[①]：

天兴元年(398)冬十月，起天文殿，太史令晁崇造浑仪，考天象。

十二月己丑，帝临天文殿……五郊立气，宣赞时令，敬授人时，行夏

① 见《北史·卷一·纪》第18页，北魏道武帝纪。

之正。

从这两记事，可知北魏天文殿已具备灵台的职能。

至于灵台的记事，可见自《魏书·一·纪》载：

太和十有六年(492)戊午朔日，飨群臣于太和殿，帝[1]始为王公兴，悬而不乐。己未，宗祀显祖献文皇帝于明堂，以配上帝。遂升灵台，以观云物，降居青阳左个，布政事，每朔，依以为常。

北齐的天文机构，北齐置太史令丞，隶属于太常。《隋书·百官志》载：

太常属官有太史署令丞兼领灵台[2]、太卜二局丞，太史掌天文、地动、风云气色、律历、卜、筮等事；灵台掌天文观候，太卜掌诸卜筮。

北周的天文机构，《古今图书集成·官常典》载：

按杜佑《通典》，周官太卜，掌三兆之法，后周有太卜、大夫、小卜、上士、龟占中士。

《历代职官表》载：

后周置春官太史中大夫，太史上士，春官冯相上士、中士，春官保章上士、中士，太卜下大夫，小卜上士。

表2—13　南朝·宋天文机构表

年　代	太　常	太常丞	太史令	太子率更令	备注
武　帝 420—422	臧　焘 褚裕之	沈德威 傅弘仁		何承天	
少　帝 423	范　泰 郑鲜之				
文　帝 424—453	褚裕之 张　裕 羊玄保		钱乐之 严　粲		太史丞
孝武帝 454—464	王僧达 王玄谟 颜延之	徐　爰			
前废帝 465			候　星 葛珂之		
明　帝 465—471	刘孝良	卢　愿			

① 指北魏孝文帝。
② 北齐设灵台局，为太史署下属，有局丞主其事。





续表

年代	太常	太常丞	太史令	太子率更令	备注
后废帝 473—476					
顺帝 477—479			陈文建		

表 2—14 南朝·南齐天文机构表

年代	太常	太常丞	太史令	太子率更令	备注
高帝 479—482	张绪				
武帝 483—493	萧惠基 张瓌	蔡仲熊 何諲之			
郁林王 494	王缋				
海陵王 494					
明帝 494—498	王琨 沈傸	李扐			
东昏侯 499—500	张绪		骆文叔		
和帝 501—502	萧宝晊		蒋道秀		

表 2—15 南朝·梁天文机构表

年代	太常	太常丞	太史令	太子率更令	备注
武帝 502—549	张元 王亮 傅昭 张充 刘之遴 陆杲	周舍 鲍泉 贺瑒 许亨	道秀 虞门 虞履 庾秀才 （太史）	庾肩吾 伏曼容 谢几卿 明山宾	
简文帝 550					
豫章王 551					



续表

年　代	太　常	太常丞	太史令	太子率更令	备注
武陵王 552					
元　帝 552—554	萧　泰 萧世怡				
贞阳侯 555					
敬　帝 555—557	周弘正				

表 2—16　南朝·陈天文机构表

年　代	太　常	太常丞	太史令	太子率更令	备注
武　帝 557—559		张　讥	宋　景 周　璌 （天官）		
文　帝 560—566	江　总 周弘直 周弘让	蔡　徵 沈德威			
废　帝 567—568					
宣　帝 569—582	袁　宪 袁　敬 王　固 周　確			顾野王	
后　主 583—589	谢　俨				





表 2—17 北朝·北魏天文机构表

年 代	太 常	太常丞	太史令	太史丞	备注
道武帝 386—408			晁 崇		
明元帝 409—423			王 亮 苏 坦		
太武帝 424—451	李 顺 崔 浩 姚黄眉		闵 盛 张 渊 徐 辩 殷 绍 (算学博士) 董道秀(日者)		
南安王 452					
文成帝 452—465	卢度世 高 允				
献文帝 466—470	高 允				
孝文帝 471—499	王 谌 刘 芳 郑 羲 赵 怡 李述(太常博士) 常景(太常博士)	陆 琇 蒋少游	张明豫		
宣武帝 500—515	崔 光 卢 昶 穆 绍 崔 亮	郑 懿 元 端 薛怀徹	赵樊生 赵 胜 辛宝贵		
孝明帝 516—528	元 顺 崔 亮 拓跋顺义 贾思伯 郑六(太常博士)	元 端 元 海 元 翊 拓跋忠			

续表

年代	太常	太常丞	太史令	太史丞	备注
孝庄帝 528—529	拓跋泰 王衍 李琰之				
长广王 530					
节闵帝 531					
安定王 531	尒朱菩提 李元忠 祖莹 窦瑗(太常博士)				
孝武帝 532—534			胡世荣 张龙祥 赵洪庆	卢同	

表 2—18 北朝·东魏天文机构表

年代	太常	太常丞	太史令	太史丞	备注
孝静帝 534—550	邢劭 郑伯猷 李子才 李元忠 辛术		赵洪庆 胡法通 胡荣 胡仲和 (太史博士) 蒋升 (太史中大夫)	郭庆	

表 2—19 北朝·西魏天文机构表

年代	太常	太常丞	太史令	太史丞	备注
文帝 535—551	长孙绍远 斛斯徵				
废帝 552—553					
恭帝 554—556			陈祥瑞		

表 2—20 北朝·北齐天文机构表

年 代	太 常	太常丞	太史令	备注
文宣帝 550—559	崔 暹 邢 劭	辛 术 袁聿修	权 会 杨 愔	诏监太史局事 天保初诏 监太史
废 帝 560	崔 昂 祖 珽			
孝昭帝 560	崔 昂			
武成帝 561—564	崔 昂			
后 主 565—576	赵 起 段孝言	司马同回		
幼 主 577				

表 2—21 北朝·北周天文机构表

年 代	太 常	太常丞	太史令	备注
孝闵帝 557	卢 辩 王士良 长孙绍远		庾季才 (太史中大夫)	
明 帝 (557—560)				
武 帝 561—578	苏 威 沈 重		蒋升 (太史中大夫)	
宣 帝 579				
静 帝 579—581			马显 (太史上士)	

三、南北朝时期的重大天文贡献

(一)在历法方面

南北朝编撰的历法共 16 家,其中未颁行或只供参用的 9 家。以《元嘉历》、《大明历》、《正光历》和《兴和历》较为优秀。

《元嘉历》为宋何承天于公元 443 年所撰,行用于宋、齐、梁共 64 年。其优点在于:纠正冬至点位置,提倡用定朔,以建寅之月为岁首,以雨水为气首。当时的雨水日躔在室宿,故用"室分"而不用"斗分"。用测中星以定岁差,取一百年差一度;用

月食来检测日宿所在。计算五星位置不用上元积年而取较近起算点。为比较古历朔余强弱而首创“调日法”，由此可导得赵歐和祖冲之的“闰周”。

《大明历》为祖冲之于公元463年所撰，首次引进岁差于历法计算，使天周与回归年长度分开，取岁差为“四十五年十一月”差一度。首次测算出交点月为27.21223日，同现代值只差十万分之一日。打破“十九年七闰”的旧率法，提出“三百九十一年置一百四十四闰”的新闰周。

此两历采用实测岁差以治历法，为前代所未有；何承天为南朝所宗，祖冲之则为北朝所法。各有创造，而《大明历》尤为后世历家所推崇。至于《正光历》，为北魏张龙祥、李业兴于公元520年所撰；《兴和历》则为李业兴于公元540年独立完成，虽大同小异，但具有特色，皆首次计算七十二候于历中，五天为一候；隋、唐以来各历都沿袭相承，《正光历》又创立“推上朔法”。所谓上朔，即《堪舆经》所称的忌宴会、嫁娶、远行、上官等项。《畴人传》称：“正光、兴和二术并有推上朔法，自汉迄明诸家术皆无之。按见行《时宪书》上朔日不宜会客作乐，以业兴术推之正合，盖其说出于选择家也。”

(二)在天文仪象方面

南北朝期间，重视仪象制造。《隋书·天文志》载：

> 后魏道武天兴初，命太史令晁崇修浑仪，以观星象，十有余载。至明元永兴四年(412)诏造太史候部铁仪，以为浑天法，考璇玑之正。其铭曰：“于皇大代，配天比祚，赫赫明明，声列遐布。爰造兹器，考证宿度，贻法后叶，永垂典故。”其制并以铜铁，唯志星度以银错之。南北柱曲抱双规，东西柱直立，下有十字水平，以植四柱，十字之上，以龟负双规。其余皆与刘曜仪大同，即今太史候台所用也。

太史候部铁仪即史称的北魏斛兰铁仪。宋代也颇重视天文。《隋书·天文志》载：

> 宋文帝以元嘉十三年(436)，诏太史更造浑仪。太史令钱乐之，依按旧说，采效仪象，铸铜为之，五分为一度，径六尺八分少，周一丈八尺二寸六分少。地在天内，不动。立黄、赤二道之规，南北二极之规，布列二十八宿，北斗极星，置日月五星于黄道上。为之杠轴，以象天运，昏明中星，与天相符。
>
> 元嘉十七年，又作小浑天，二分为一度，径二尺二寸，周六尺六寸，安二十八宿中外官星备足。以白青黄等三色珠为三家星。其日、月、五星，悉居黄道。亦象天运，而地在其中。

(三)晷景测候

梁·天监中，祖暅造八尺铜表，其下与圭相连。圭上为沟，置水，以取平正。测



量日影，求其盈缩变化。大同十年(544)，太史令虞门，又用九尺表，在江左(今湖北江陵)地区测晷景，得夏至一尺三寸二分，冬至一丈三尺七分；立夏、立秋二尺四寸五分；春分、秋分五尺三寸九分。

晷景测候对于改进历法有很大作用。《宋史·律历志》载：

> 何承天始悟测景以定气序。景极长，冬至；景极短，夏至。始立八尺之表，连测十余年，即知旧《景初历》冬至常迟天三日。乃造《元嘉历》，冬至加时比旧退减三日。

(四)漏刻沿革

由于改进历法和观象授时的需要，一些思想活跃的历法家对漏刻的改革提出新的见解。宋何承天以月食所在，当日之冲，来考察日躔，知移旧六度。通过晷景观测，知冬至移旧三日。前代诸漏，春分昼长，秋分昼短，差过半刻，他理解到是由于气日不正所致。元嘉二十年(443)，何承天上书指出："改用《元嘉历》，漏刻与先不同，宜应改革。"

古制，漏刻皆随气增损，冬夏二至之间，昼夜长短，相差 20 刻，每差 1 刻为 1 箭，冬至互起其首，共有 41 箭。汉代最多用 48 箭。何承天曾任太子率更令，职司漏刻，遂议造漏法。春、秋二分，昏旦昼夜漏各 55 刻。《南史·何承天传》："承天改定《元嘉历》，改漏刻用 25 箭，皆从之。"

南北朝期间，漏刻体系多次改变。梁天监六年(507)，以昼夜百刻制分配十二辰，每辰不是整刻数，因而改昼夜为 96 刻。但是，到大同十年(544)，又改为昼夜 108 刻；这是根据《尚书考灵曜》所定："冬至昼漏 38 刻，夜漏 70 刻；夏至昼漏 70 刻，夜漏 38 刻；春秋二分，昼漏 60 刻，夜漏 48 刻，昏旦之数各 3 刻。"而依照浑天黄道日行去极远近，为用箭日率。

可是，陈文帝天嘉年间(560—566)，命舍人朱史造漏刻，依古百刻为法，又改回百刻制。

南北朝对漏刻的专著不少，祖暅著《漏经》，陈太史令宋景撰《漏刻经》，北周尹公正、马显也著《漏经》。

至于漏刻器件的制造，有北魏道士李兰的秤漏，其结构："以器贮水，以铜为渴乌，状如钩曲，以引器中水，于银龙口中吐入权器。漏水一升，秤重一斤，时经一刻。"这种，可能为炼丹计时之用。史载：北周皇帝打猎时，已有计时车驾。

(五)太阳和五星运动不均匀的发现

北齐张子信为避北魏末年葛荣之乱，隐居海岛 30 多年，以浑仪测候日、月、五

星运行，继东汉确认月行迟疾之后，发现太阳、五星的运行非均匀，开后世历法定朔之源。其发现有下列几方面：①太阳视运行非均匀，春分后慢，秋分后快；②五星视运行对某一位置有迟、疾，少者差5度，多则30余度。这当然是行星轨道的近、远日点附近运行的"征兆发现"；③视差对交食的发生有影响，合朔时月在黄道北则食，月在黄道南，虽在交点附近可以不食。望时在交点附近时则食，不分南北；④水星的迟疾与节气有关。

第八节　隋朝的天文机构

隋朝统一中国，结束了自晋、十六国以至南北朝以来二百多年的混乱局面，出现了社会相对繁荣、生产发展的景象。虽然，隋朝只经历短暂的文帝和炀帝两代，享国不过37年；但是隋文帝鉴于国家动乱所造成的灾难，从中汲取历史教训，因而制定相应的推进社会发展和顺应时代潮流的治国方略，显露新的曙光，为后来盛唐的出现奠定了基础。故此，在天文历法的历史进程中，隋朝期间亦多有创造。

一、天文机构的设置

《古今图书集成·官常典·钦天监部》载："隋置太史曹令丞，隶于秘书省。"《隋书·百官志》亦载：

> 高祖既受命，改周之六官，其所制名，多依前代之法。置秘书省，监、丞各一人，郎四人，校书郎十二人，正字四人，录事二人。领著作、太史二曹……太史曹，置令、丞各二人，司历二人，监候四人。其历、天文、漏刻、眂祲，各有博士及生员。

"太史令官阶为从七品，太史局丞、太史监候、太史司历为从九品。"隋炀帝大业三年(607)，改太史局为监，进令阶为从五品，又减丞1人。置司辰师8人，增监候为10人，其后又改监、少监为令、少令。

从隋朝开始，太史令脱离太常管辖，而隶属秘书省，沿行至金代。

隋朝的太史曹(局)的规模，虽仍远逊于汉朝，然而亦属完备；而且有一特点，就是专门培养算学人才，用于编制天文历法。为此，我们在此略为叙述隋朝教育行政机构的确立。

隋文帝颇重视振兴学校，曾特设国子监掌管教育，不隶太常而另设祭酒一人主持其事。国子监下置：国子学、太学、四门学三学，后又设书学、算学共为五学。各置博士：国子、太学、四门各5人，书、算各2人；助教：国子、太学、四门各5人，书、算各2人；学生：国子140人，太学和四门各360人，书、算各80人。这些，皆为隋



朝创立的新制度，而为唐朝所因袭，及至宋朝亦不无影响。

表 2—22　隋朝天文机构表

年　代	太史曹令	太史丞	人员建制 及品秩	职掌及 主要工作	备注
文　帝 581—604	周　坟 庾季才 张胄玄 刘　晖 袁　充	邢　儁	司历　2人 太史司历　郭　翟 刘　宜 司历　郭　远 历博士　苏　粲 历助教　傅　儁 成　珍 历生　36人 天文博士 天文观生　90人 天文生　60人 算学博士　张乾叙 司辰　2人 漏刻博士　9人 漏刻生　360人 监候　4人 太史监候　粟　相 太史局给使　耿　询	编　历 掌教习历学 掌教习天文气色 昼夜在灵台伺候天文 年深者转天文观生 掌教习漏刻生 掌漏刻之节，以时临漏	
炀　帝 605—617	庾　质	高智宝	司辰　8人 监候　10人		改太史局 为太史监 耿询 守太史丞
恭　帝 617—618	庾　俭				
赵　王 618—619					



二、隋朝的灵台

隋朝典籍，虽然没有灵台的正式记录，但从史册其他叙述，可得到两处称观台，一处称灵台的佐证。

《隋书・天文志》载：

> 史臣于观台访浑仪，见元魏太史令晁崇所造者，以铁为之，其规有六，其外四规常定，一象地形，二象赤道，其余象二极。其内二规，可以运转。用合八尺之管，以窥星度，周武帝平齐所得。隋开皇三年（583）新都落成，以置诸观台之上。大唐因而用焉。

《隋书·律历志》载：

于时新历初颁，宾有宠于高祖，刘晖附会之，被升为太史令，二人协议，共短刘孝孙，言其非毁天历、率意迂怪，焯又妄相扶证，惑乱时人。孝孙、焯等，竟以他事斥罢。后宾死，孝孙为掖县丞，委官入京，又上；前后为刘晖所诘，事寝不行。仍留孝孙直太史，累年不调，寓宿观台。

而称灵台的，可见《隋书·天文志》载：

今按自开皇以后，天下一统，灵台以后魏铁浑天仪，观七曜盈缩，以盖图列星座，分黄、赤二道距二十八宿分度，而莫有更为浑象者矣。

三、隋朝的重大天文活动和贡献

(一)收罗仪象，延集人才

隋文帝重视天文历法，知人善任，开展学术讨论，提倡天文教育，蔚然成风。《隋书·天文志》载：

高祖平陈，得善天官者周坟，并得宋氏浑仪之器，乃命庾季才等，参校周、齐、梁、陈及祖暅、孙僧化等官私旧图，刊其大小，正彼疏密，依准三家星位，以为盖图。旁摛始分，甄表常度，并且赤、黄二道，内外两规，悬象著明，缠离攸次，星之隐显，天汉昭回。宛若穹苍，将为正范。以坟为太史令；坟博考经书，勤于练习，自此太史观生，始能识天官。

隋炀帝时，又"遣宫人四十人，就太史局，别诏袁充，教习星气，业成者迁内，以参占验"。

(二)历法的论证

隋初，高祖欲以符命曜于天下，道士张宾知其意，自谓通晓星历，遂命与刘晖、前朝太史上士马显、太学博士郑元伟、司历郭翟、算学博士张乾叙等议造新历，命太常卿卢贲监任主持。张宾等人依照何承天历法稍加增损，于开皇四年(584)撰成《开皇历》，颁行天下。

此历法颁行之后，刘孝孙与刘焯等历法家指出其不用岁差，而用平朔的失误，开展争议，久不能定。刘孝孙曾与马显和张孟宾一起担任北齐王朝历官；张孟宾曾受业于张子信门下。张宾死后，刘孝孙又上书力争，但屡为刘晖所阻。后来为隋文帝觉察，命与张宾历法比较。至开皇十四年七月，文帝参问日食事，当时由杨素报告：太史局另一位算历职员张胄玄也提出自己的方法，参与刘孝孙的比较，结果是：孝孙推得过半，胄玄所推算皆中。于是，文帝亲自召见这两位。不久刘孝孙逝世，起用张胄玄，主撰新历。开皇十七年新历《大业历》告成，文帝令太史局与旧历相比



较。结果新历与七曜符合,群官博议,以胄玄密合。因而,原编制《开皇历》的官员受斥责和革职,以张胄玄领太史令。开皇十九年,袁充任太史令。此两人互相标榜勾结,排斥正确意见。张胄玄的历法学祖冲之,《大业历》推算日、月、五星虽已采用盈缩之法,预测日、月食颇中,但未见最佳,例如,当时定冬至起虚宿五度,后来发现太粗,但不敢改。直至大业四年(608),刘焯死后才改为起虚宿七度。这表示其一方面畏服刘焯,另一方面在掩盖缺点。

隋朝最优秀历法家当推刘焯;他于开皇三年开始编《皇极历》,开皇二十年历成。在此之前又曾把孝孙历法加以修改,更名《七曜新术》。又著《稽极》一书,考证历家异同。《皇极历》中驳正《大业历》的缺点。仁寿四年(604),刘焯上书指出《大业历》窃取刘孝孙与他的历法的成分。《隋书·律历志》载:

> ……今所见行,与焯前历不异……焯作于前,玄献于后,舍己从人,异同暗会。且孝孙因焯,胄玄后附孝孙,历术之文,又皆是孝孙所作,则元本偷窃,事甚分明。

互相驳难,争论剧烈。然《皇极历》竟未施行。刘焯于大业四年去世。《隋书·律历志》载:

> 四年,驾幸汾阳宫,太史奏曰:日食无效。帝召焯,欲行其历。袁充方幸于帝,左右胄玄,共排焯历,又会焯死,历竟不行。术士咸称其妙。

《皇极历》之妙,在于首创"等间距内插公式"和"黄赤道差"计算公式等,甚有贡献。下面分别叙述。

1.等间距内插公式

东汉末年刘洪造《乾象历》,开始考虑推算定朔、望,此后,魏杨伟《景初历》,后秦姜岌《三纪历》,宋何承天《元嘉历》、祖冲之《大明历》,都仿照计算,但极粗疏。至隋朝刘焯,才创立推算日、月、五星行度的等间距内插公式,趋于精密(图2—3)。



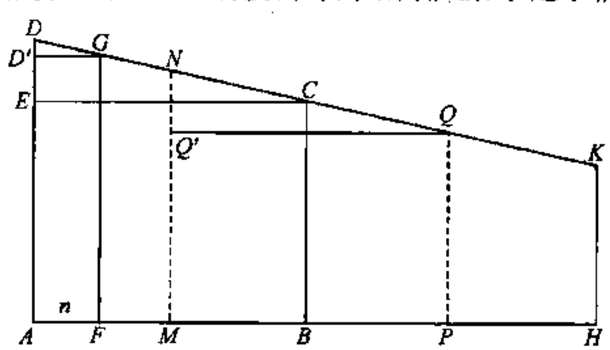


图2—3　等间隔内插公式推导原理图

我们来推导这个公式。在图中，设 A 为冬至点，B 为小寒，H 为大寒，节气天数为 r，且取 M、P 分别为 AB、BH 中点，则 $AB=BH=r$；再取 $n=AF$，称气朔距。

令 Ω_1 为 $ABCD$ 面积，Ω_2 为 $BHKC$ 面积。选取 F 为冬至和小寒之间的某一平朔时刻，则 $AFGD$ 的面积，即表示从冬至到小寒一节气中，太阳实际行度比平均行度多出的量。由梯形规则可得：

$$AFGD = \frac{1}{2}(AD + FG) \cdot AF$$

$$(ABCD + BHKC) \div AH = BC$$

$$(ABCD - BHKC) \div EC = ED$$

以及：$MN=\frac{\Omega_1}{r}$，$PQ=\frac{\Omega_2}{r}$

$$BC = \frac{1}{2}(MN + PQ) = \frac{1}{2}\frac{\Omega_1 + \Omega_2}{r}$$

$$ED = NQ' = MN - PQ = \frac{\Omega_1 - \Omega_2}{r}$$

$$AD = BC + ED = \frac{\Omega_1 + \Omega_2}{2r} + \frac{\Omega_1 - \Omega_2}{r}$$

再由$\triangle DD'G$ 和$\triangle DEC$ 比例关系可得：

$$DD' = \frac{n}{r}ED$$

因为 $FG=AD-DD'$，故此：

$$AFGD = \left(AD - \frac{n}{2r}ED\right)\cdot AF = \left(\frac{\Omega_1 + \Omega_2}{2r} + \frac{\Omega_1 - \Omega_2}{r} - \frac{n(\Omega_1 - \Omega_2)}{2r^2}\right)n$$



《皇极历》称 $AFGD$ 为“气内改正”。

对于因日行速度不均匀而引起的改正数为：

$$T = T_a + \frac{n(\Omega_1 + \Omega_2)}{2r} + \frac{n(\Omega_1 - \Omega_2)}{r} - \frac{n^2(\Omega_1 - \Omega_2)}{2r^2}$$

T_a 为从冬至到这个节气的“朓降率”总累加值，称为朓朒积。$\frac{\Omega_1+\Omega_2}{r}$项称“气末率”，$\frac{\Omega_1-\Omega_2}{r}$项称“总差”，$\frac{\Omega_1-\Omega_2}{r^2}$项则称“别差”。

此内插公式到唐朝《麟德历》仍沿用，至《大衍历》和《宣明历》，才推广到不等间距内插公式；其承上启下，首创之功，自不可灭；李俨详细论证于其著作《中算家的内插法研究》一书中。

2. 黄赤道差计算公式

我国古代历法，经常需要由天体的黄经度计算赤经度，或相反的演算。后汉



《四分历》已有黄赤道差的记载，当时称为“进退差”。此项起源于：每年春分时，太阳的黄赤道经度皆为零，在运行过程中，开始黄经 λ 增大，至 45°之后，赤经 α 又增大，到夏至点时，两差为零；此后，赤经继续增大，至 135°之后，黄经又渐增，到秋分时，两差又为零。秋分之后，经冬至，到来年春分，同理变化。我国古代从冬至点起算，规定了黄道度，是黄经的余弧(l)；同时规定了赤道度，是赤经的余弧(a)。因而 $l-a=(90°-\lambda)-(90°-\alpha)=\alpha-\lambda$；称黄、赤道差。

《皇极历》首先提出的公式是：

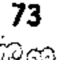
$$l-a=\frac{1}{10}\left[\frac{a}{180}\left(-97+\frac{4-a}{8}\right)\right] \quad \text{(A)}$$

《隋书·律历志》载：

> 推黄道术：准冬至所在为赤道度，后于赤道四度为限，初数九十七，每限增一，以终百七；其三度少弱，平，乃初限百七，每限损一，终九十七，春分所在；因为百七，每限损一，以终九十七，亦三度少弱，平，乃初限九十七，每限增一，终百七，夏至所在；又加冬至后法得秋分所在，又加春分后法得冬至所在数。各以数乘其限度百八十而一，累而总之，即黄道度也。

这段述文，就是对(A)式的解释。我们来计算从冬至到春分的值。冬至以后，赤道度要比黄道度增大，取四度为间距：

赤道度数 a	黄道度数 l	黄赤道差 $l-a$	$\Delta(l-a)$每限增一
0	0	0	
4	$3\frac{353}{450}$	$-\frac{97}{450}$	$-\frac{97}{450}$
8	$7\frac{255}{450}$	$-\frac{195}{450}$	$-\frac{98}{450}$
12	$11\frac{156}{450}$	$-\frac{294}{450}$	$-\frac{99}{450}$
16	$15\frac{56}{450}$	$-\frac{394}{450}$	$-\frac{100}{450}$
20	$18\frac{405}{450}$	$-1\frac{45}{450}$	$-\frac{101}{450}$
24	$22\frac{303}{450}$	$-1\frac{147}{450}$	$-\frac{102}{450}$
28	$26\frac{200}{450}$	$-1\frac{250}{450}$	$-\frac{103}{450}$
32	$30\frac{96}{450}$	$-1\frac{354}{450}$	$-\frac{104}{450}$
36	$33\frac{441}{450}$	$-2\frac{9}{450}$	$-\frac{105}{450}$



40	$37\frac{335}{450}$	$-2\frac{115}{450}$	$-\frac{106}{450}$
44	$41\frac{228}{450}$	$-2\frac{222}{450}$	$-\frac{107}{450}$
$47\frac{31}{100}$	$44\frac{368}{450}$	$-2\frac{222}{450}$	0

我们注意从 44 度到 $47\frac{31}{100}$度之间，其差皆 $2\frac{222}{450}$，而 $47\frac{31}{100}-44=3\frac{31}{100}$（度），这就说明上面述文所称“其三度少弱，平”的意义。再有：

a	l	$l-a$	$\Delta(l-a)$每限损一
$47\frac{31}{100}$	$44\frac{368}{450}$	$-2\frac{222}{450}$	
$51\frac{31}{100}$	$49\frac{25}{450}$	$-2\frac{115}{450}$	$\frac{107}{450}$
$55\frac{31}{100}$	$53\frac{131}{450}$	$-2\frac{9}{450}$	$\frac{106}{450}$
$59\frac{31}{100}$	$57\frac{236}{450}$	$-1\frac{354}{450}$	$\frac{105}{450}$
$63\frac{31}{100}$	$61\frac{340}{450}$	$-1\frac{250}{450}$	$\frac{104}{450}$
$67\frac{31}{100}$	$65\frac{443}{450}$	$-1\frac{147}{450}$	$\frac{103}{450}$
$71\frac{31}{100}$	$69\frac{95}{450}$	$-1\frac{45}{450}$	$\frac{102}{450}$
$75\frac{31}{100}$	$73\frac{196}{450}$	$-\frac{394}{450}$	$\frac{101}{450}$
$79\frac{31}{100}$	$77\frac{296}{450}$	$-\frac{294}{450}$	$\frac{100}{450}$
$83\frac{31}{100}$	$82\frac{395}{450}$	$-\frac{195}{450}$	$\frac{99}{450}$
$87\frac{31}{100}$	$87\frac{43}{450}$	$-\frac{97}{450}$	$\frac{98}{450}$
$91\frac{31}{100}$	$91\frac{140}{450}$	0	$\frac{97}{450}$



这就是由冬至到春分这一象限中黄、赤道差的测算。继《皇极历》之后，唐《大衍历》、《崇元历》，以及宋《明天历》、《应天历》等，都加以发展，建立起各自的计算公式。

3. 首次提出日、月食方面，推算“应食不食”和“不应食而食”的方法

自《皇极历》之后，对日食和月食的食分是分别计算的，并且在计算日食的“食分”时，考虑到月球在黄道南、北，以及一年中不同季节等各种情况，亦就是“视差”



对交食的影响。

(三)在漏刻工作方面

《隋书·天文志》载:"开皇十四年,鄜州司马袁充上晷影漏刻。充以短影平仪,均布十二辰,立表,随日影所指辰刻,以验漏水之节。十二辰刻,互有多少,时正前后,刻亦不同。"这实际上是均匀刻成十二时辰的地平日晷,与漏壶相比较,以得出冬、夏至和春、秋分时,太阳晷景移动一"辰"的漏刻数。现将史书记载和用近代天文理论计算列表比较(表2—23)。

表2—23　袁充地平日晷晷景漏刻数据

节气	日出	日没	昼刻	夜刻	测算	子	丑、亥	寅、戌	卯、酉	辰、申	巳、未	午
冬至	辰	申	40	60	史书记录	2	2	6	13	14	10	8
					理论计算	2	2.4	5.3	14	14.2	9.2	7.4
春分 秋分	卯	酉	50	50	史书记录	4	7	9	14	9	7	4
					理论计算	4.8	6	9.7	13.8	9.7	6	4.8
夏至	寅	戌	60	40	史书记录	8	10	14	13	6	2	2
					理论计算	8.2	9.3	14.3	13.8	5.2	2.4	1.7

此外,大业初,又制作称水漏器等仪象。《隋书·天文志》载:

> 大业初,耿询作古欹器[①],以漏水注之,献于炀帝。帝善之,因令与宇文恺,依后魏道士李兰所修道家上法称漏,制造称水漏器,以充行从。又作候影分箭上水方器,置于东都乾阳殿前鼓下司辰。又作马上漏刻,以从行辨时刻。揆日晷、下漏刻,此二者,测天地、正仪象之本也。



耿询是隋朝制造仪象的能手,虽然他在政治历史上有污点,但却能任职太史局,极有传奇色彩。《隋书·传·艺术》上载:

> ……滑稽辩给,伎巧绝人。陈后主之世,以客从东衡州刺史王勇于岭

① 欹器,出自《荀子·宥坐》。孔子曾参观鲁桓公庙,看到欹器,问守庙者,为何器?回答是,此为宥坐之器。孔子说:吾曾听说宥坐之器,虚则欹,中则正。满则覆。命令学生注水。学生取水灌注,注水至一半时,器物端正,但注到满时,就翻了,无水时,器物成倾斜。孔子看后叹气说:世上哪有过盛而不倾覆的事理呢?

南，勇卒，询不归，遂与诸越相结，皆得其欢心。会郡俚反叛，推询为主；柱国王世积讨擒之，罪当诛。自言有巧思，世积释之，以为家奴。久之，见其故人高智宝以玄象直太史，询从之受天文算术。询创意造浑天仪，不假人力，以水转之，施于密室中，使智宝外候天时，合如符契。世积知而奏之，高祖配询为官奴，给使太史局……炀帝即位，进欹器，帝善之，放为良民。岁余，授右尚方署监事。七年，车驾东征，询上书曰“辽东不可讨，师必无功”。帝大怒，命左右斩之，何稠苦谏得免。及平壤之败，帝以询言为中，以询守太史丞。

第九节 唐朝的天文机构

唐朝是中国历史上一个强大的朝代。从唐高祖武德元年(618)至哀帝天祐四年(907)，历时 289 年，其中经历了“贞观之治”和“开元之治”，呈现极为繁荣年代；至安史之乱后则趋向衰败。反映在天文机构的设置上，表现为规模宏大、开展项目众多；比起汉朝有过之而无不及的体制。而且，人员建制分工明确，制历、测候、教育、授时，各司其职，形成了天文观测与学术研究兴旺、历法家人才辈出、创造发明增加的局面。

6 世纪始至 9 世纪初，唐朝是文化高度发达的先进国家，在整个人类历史进程中，曾发挥过先导作用；对东西文化，尤其是天文学的交流，起着桥梁作用，其中译进印度历法，起用印度天文学家任职于司天监；唐朝优秀历法亦相应传入日本、朝鲜等国，即为明证。

唐朝的天文机构，继承并发展了隋朝的体制。唐高祖武德四年，太史监称太史局，隶秘书省。在此时期，曾延聘善历者评核新历法，对校验日、月食，并修订历法，颇为重视。唐太宗雄才大略，大力维持太史局的发展，仍以太史局隶秘书省。史载：“贞观初，将仕郎直太史李淳风始上言灵台候仪是后魏遗范，法制疏略，难为占步。太宗因令淳风改造浑仪……太宗令置于凝晖阁，用以测候。”而且提拔人才，如得知“王宁有异术，能占阴阳吉凶，屡中如神，因而召入禁中，官灵台司少监”。

历法，作为封建时代政权的象征；奉行正朔，乃是“大国强盛，邦属臣服”的体现，太史局作为御用的制历机构，更受重视，其规模、建制都秉承统治者的意志，加以调整，甚至改变名称，唐朝天文机构改称次数频繁，大略如下：

唐高宗龙朔二年(662)改太史局为秘书阁局，太史令称秘书阁郎中。武则天光宅元年(684)，召见道士尚献辅，以其善天文，封为太史令。史载：“尚献辅以‘臣久从放诞，不能屈事官长’为由固辞。武后因人设事，予以迁就，遂改太史局为浑天监，不隶秘书省，不久又改称浑仪监，以献辅为浑仪监令。”但事隔 18 年，尚献辅去世，才又复称太史局；直至公元 705 年，唐中宗复位，三年后，又改称太史监，不属秘



书省。改名最多的是唐睿宗时期，景云元年(710)七月二十八日，又复名为太史局，隶秘书省，可是到了八月十日，又改称太史监，十一月二十一日，又复称太史局，一年内三易名称；第二年闰九月十日，又改称浑仪监。唐玄宗即位，于开元二年(714)二月二十一日，改称太史监；开元十五年正月二十七日，又改称太史局，隶秘书省。天宝元年(742)十月三日，再改为太史监，不隶秘书省。

唐肃宗乾元元年(758)三月十九日，将太史监改称司天台。这个称号，是经历多次更迭改名之后，方始固定，一直到唐朝末年，共行用 149 年。

一、人员建制与职掌分工

唐朝天文机构名称多次更改，人员建制、品秩也多有更动，总括起来有：太史监、太史局、浑天监(浑仪监)和司天台这几种模式。分别介绍于下：

(一)太史监

据《新唐书·百官志》载："设监一人，正三品，原为从五品下，乾元元年才升秩；少监二人，原称太史丞，从七品下，乾元升秩为正四品上。丞一人，正六品上；主簿二人，正七品上；主事一人，正八品下。"其任务为："太史令掌观察天文，稽定历数。凡日月星辰之变，风云气色之异，率其属而占候之。而且有专人掌管仪器图书。凡玄象器物，天文图书，苟非其任，不得预焉。每季录所见灾祥，送门下中书省，入起居注。岁终总录，封送史馆。每年预造来年历，颁于天下。"

(二)太史局

武德四年(621)为太史局，成员有太史令 1 人，太史丞 2 人，五官监候 5 人(武德七年废)，令史 2 人，书令史 4 人；司历 2 人，从九品上，掌编历及测景、分至表准，历生 36 人；保章正 1 人，从八品上，掌教习，装书历生 5 人；观生 90 人，掌昼夜伺候天文气色；天文博士 2 人，从八品下；司辰师 5 人，正九品下；灵台郎 2 人，正八品下；漏刻博士 9 人，从九品下；漏刻典事及漏刻生、典钟、鼓等。龙朔二年(662)改太史局为秘书阁局，太史令称秘书阁郎中，太史令丞为秘书阁郎。



(三)浑天监

武则天光宅元年(684)，改太史局为浑天监，不隶秘书省，不久又改称浑仪监，置副监、丞和主簿。久视元年(700)改司辰师为司辰。长安二年(702)，浑仪监复称太史局，但废副监及丞，仍隶秘书省；改天文博士为灵台郎，历博士为保章正，并置挈壶正。中宗景龙二年(708)，又改太史局为太史监，不隶秘书省，再次置太史监

丞。睿宗景云元年(710),如前所述,又改为太史局,隶秘书省,逾月再改为监;年中复为局,第二年又改为浑仪监。

(四)司天台

唐肃宗乾元元年(758)所改称。史载:当时术士韩颖等建议改司天台令为司天台监;司天台内创置一院,名通玄院,应有术艺人,并征辟到京,皆于通玄院安置。司天台设:监 1 人,从三品;少监 2 人,正四品;丞 3 人,正六品上;主簿 3 人,正七品上;主事 2 人,止八品下;五官:春、夏、秋、冬、中各 1 人,正五品上;五官灵台郎 5 人,正七品下;五官保章正 5 人,正八品;五官司历 5 人,正八品;五官监候 5 人,正八品;五官挈壶正 5 人,正九品;五官司辰 15 人,正九品。五官礼生 15 人,五官楷书手 5 人,令史 5 人,漏刻博士 20 人,典钟、鼓 350 人,天文观生 90 人,天文生 50 人,历生 55 人,漏生 40 人,视品 10 人。

乾元三年(760),又置五官正及副正各 5 人,但对其他官员人数及品秩有所变更:"五官保章正品秩改为从七品上;五官监候减去三人,品秩改为正八品下;五官司历减去三人,品秩改为从八品上;五官灵台郎减去一人,品秩下调为正七品下;五官挈壶正减去三人,品秩上调为正八品上;五官司辰减去七人,品秩改为正九品上;漏刻博士减去十四人,品秩则为从九品下。"

此外,唐肃宗宝应元年(762),司天少监瞿昙譔建议:"精减司天丞两人,主簿二人,主事一人,保章正三人,挈壶正三人,监候二人,司辰七人,五陵司辰五人。"

唐朝的太史局,曾有一段时期与算学馆部分人员合并。《隋书·百官志》载:"国子寺祭酒……统国子、太学、四门、书学、算学,各置博士、助教、学生等员。"算学相当于现在大学中的数学系。唐初国子监内未设立算学,高宗显庆元年(656)效仿隋朝学制,始设算学馆。《唐书·百官志》载:"算学,博士二人,从九品下,助教一人,掌教八品以下及庶人子为生者。"《唐六典》载:"显庆三年又废去算学馆,以博士以下人员并入太史局;龙朔二年(662)又再恢复,但学员名额由三十人减为十人。"这说明当时太史局与算学馆的历史渊源。

唐朝对太史局的管理较严,天宝十三年(754)三月十四日,下令太史局官员除朔望上朝外,非别有公事,一律不须人朝及充保识,仍不在点检之限。文宗开成五年(840)十二月敕示:"司天台占候灾祥,理宜秘密。如闻近日监司官吏及所由等,多与朝官并杂色人交游,既乖慎守,须明制约。自今以后,监司官吏并不得更与朝官及诸色人等交通往来,仍委御史台访察。"

《历代职官表》载:"唐代太史监置太卜署,并卜博士。"

《历代职官表》载:唐代太史局置太卜署令、并卜博士,现按《唐书·百官志》列



出其编制。另，太子率更令虽不隶太史局，但有漏刻设置。在此，也列出其编制以作参考。

表 2—24　唐朝天文机构表(一)

年　代	机构名称	正职官员	副职官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
高　祖 618—626	太史局	太史令	太史丞	太史局令(从五品下)　1人		
		庾　俭	傅　奕	太史丞(从七品下)　2人		
		傅　奕	王孝通	令史　2人		
		傅仁均		书令史　4人		
		李淳风		司历(从九品上)　2人	编历	
		薛　颐		保章正(从八品上)　1人	掌教历生	
				历博士(从八品上)　2人	掌教历法	
				历生　36人		
				装书历生(从九品下)　5人		
				天文博士(正八品下)　2人	掌教习天文、气色	
				天文观生　90人		
				天文生　60人		
				司辰师　17人		
				灵台郎(正八品上)　2人	掌观测天文之变	
				漏刻典事　16人	掌伺漏刻之节	
				漏刻博士　9人	掌教漏刻生	
				漏刻生　360人		
				典钟　280人		
				典鼓　160人		
				监候(从九品下)　5人	掌候天文并监候之任	武德七年废监候
太　宗 627—649	太史局	太史令 李淳风 薛　颐		同上 灵台司		灵台司少监王宁
高　宗 650—683	秘书阁局	秘书阁郎中 李淳风 瞿昙罗	秘书阁郎 姚玄辩	同上		



续表

年代	机构名称	正职官员	副职官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
武则天 690—704	浑天监	浑天监令 尚献辅	浑天监丞 严善思	浑天监令（从五品下） 1人 浑天监丞（从七品下） 2人		久视元年又改浑天监为浑仪监
				司历 2人	掌制历	
		瞿昙罗		保章正 1人 历生 41人 观生 90人	掌教历生	改历博士为保章正
				灵台郎（正八品下） 2人 天文生 60人 监候 5人	掌教天文气色	改天文博士为灵台郎
				挈壶正（从八品下） 2人 漏刻典事 22人 漏刻博士 9人 漏刻生 360人	掌知漏刻	长安二年新置
				司辰（正九品下） 典钟 112人 典鼓 88人 亭长 4人 掌固 4人		改司辰师为司辰
		严善思 （太史令）				长安二年又改为太史局，复隶秘书省
中　宗 684 705—709	太史监	太史监令 迦叶志忠 傅孝忠	太史监丞 南宫说	同上		不隶秘书省
睿　宗 684 710—712	太史局 太史监 太史局 浑仪监	瞿昙悉达 李仙宗 殷知易		同上		景云元年七月定为隶秘书省，同年八月改名，十一月又改名，景云二年闰九月再改名



续表

年　代	机构名称	正职官员	副职官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
玄　宗 712—755	太史监	太史监令 瞿昙悉达 南宫说				开元二年二月改名太史监
	太史局	桓执圭				开元十五年正月又改名，隶秘书省
	太史监			大监(正三品) 1人 少监(正四品) 2人 丞(正六品) 3人 主簿(正七品上) 4人 主事(正八品下) 2人 观生、历生 726人		天宝元年又改名，且不隶秘书省
肃　宗 756—762	司天台	司天监 南宫说 韩　颖	司天少监 瞿昙谟	监(从三品) 1人 少监(正四品) 2人 上丞(正六品) 3人 主簿(正七品上) 3人 主事(正八品下) 2人		乾元元年改名
				春、夏、秋、冬、中五官正(正五品上) 5人		乾元元年置
				五官副正(正六品上) 5人		乾元三年置
				五官灵台郎(正七品下) 5人		
				五官保章正(从七品上) 5人		乾元三年减为2人
				五官挈壶正(正八品上) 5人		乾元三年减为2人
				五官监候(正八品下) 5人		乾元三年减为3人




续表

年代	机构名称	正职官员	副职官员	人员建制及品秩	职能及主要工作	备注
肃宗 756—762				五官司历(从八品上) 5人		乾元三年减为2人
				五官司辰(正九品下) 15人		乾元三年减为8人,但品秩为正九品上
				五官礼生 15人 五官楷书手 5人 令史 5人		
				漏刻博士 20人		乾元三年减为6人,品秩为从九品下
				典钟、典鼓手 350人 天文观生 90人 历生 55人 天文生 50人 漏刻生 40人 视品 10人		
代宗 763—779	太史监	司天监	司天少监 瞿昙课	司天丞减 2人 主簿减 2人 主事减 1人 保章正减 3人 挈壶正减 3人 监候减 2人 司辰减 7人 五陵司辰减 2人 其余同上		
德宗 780—804	太史监	司天监 徐承嗣	司天少监	同上		
宪宗 806—820	太史监	司天监	司天少监	同上		
穆宗 821—824	太史监	司天监	司天少监	同上		
文宗 826—827	太史监	司天监	司天少监	同上		
文宗 827—840	太史监	司天监 朱子容	司天少监	同上		
昭宗 889—904	太史监	司天监 王　墀	司天少监 胡秀林	同上		



表 2—25 唐朝天文机构表(二)

名称	编制				职能
太卜署	太卜署令(从七品下)	1人	巫师	15人	掌卜筮之法
	署丞(从八品下)	2人	卜筮生	45人	
	卜正、博士(从九品下)	4人	府	1人	
	卜助教	2人	史	2人	
	卜师	20人	掌固	2人	

表 2—26 唐朝天文机构表(三)

名称	编制(唐高祖时)		编制(唐高宗时)	
太子率更令	太子率更令	1人	太子率更令	1人
	太子率更令丞	2人	录事	1人
	主簿	1人	府	3人
	录事	1人	史	4人
	漏刻博士	2人	漏刻博士	2人
	掌漏	6人	掌漏	6人
	漏童	60人	漏童	20人
	典鼓	24人	典钟鼓	24人
			亭长	4人
			掌固	4人

二、唐朝的灵台

盛唐时期，长安就有数座天文台和气象台在同时工作，东部洛阳亦有仰观台；占候者日夜守候在仪器之旁，测候、观象、记录、授时。这反映出当时人才荟萃，观察唯勤的昌盛景象。

(一)太史监仰观台

史载此台位于“子城内秘书省西”。李淳风曾在此台占候。

(二)九嵕山“一清台”

《旧唐书·薛颐传》载:“贞观中，太宗将封禅泰山，有彗星见，颐因言:考诸玄象，恐未可东封。会褚遂良亦言其事，于是乃止。颐后上表，请为道士，太宗为置紫府观于九嵕山，拜颐中大夫，行紫府观主事。又敕于观中建‘一清台’，候玄象，有灾祥薄食谪见等事，随状闻奏。前后所奏，与京台李淳风多相符契。”

(三)集贤院仰观台

《玉海》载:“唐仰观台，集贤注记唐大明宫集贤院内西院正屋三门四架，一行所

居，院中有仰观台，即一行占候之所。"此即开元十一年(723)所建。又载："两京记东都阙北及南，皆有观象台，女史仰观之所。"这是指洛阳皇宫的禁内灵台。

(四)乾元司天台的灵台

《玉海》载："司天台内有灵台，以候云物，崇七丈，周八十丈，总置官六十员。台在永宁坊。乾元元年(758)三月十九日制曰：建邦设都，必稽玄象，分曹列局，皆应物宜，灵台三星主观察云物，天文正位，在太微西南。今兴庆宫，上帝廷也，篆符之所，合置灵台，宜令所司量事修理。灵台旧在秘书省内。"

《旧唐书·志》载："旧置于子城内秘书省西，今在永宁坊东南角。"这就明确地标明了新旧两座灵台的位置。

(五)观风台

用来观测天气，相当于现在的气象台。

三、唐朝重要天文活动和贡献

唐朝著名历家辈出，制历者十五家，而实际行用仅有八家，即《戊寅元》、《麟德》、《大衍》、《五纪》、《正元》、《观象》、《宣明》和《崇元》等历。唐朝改变一朝一历的观念，追求符合天象，因而多次改历求精，这是很自然的。唐朝的历法，晷景及子午测量及仪象等方面的贡献述之如下：

(一)历法的论证及进展

高祖受禅，欲治新历，东都道士傅仁均善历算，太史令庾俭和太史丞傅奕加以推荐，撰《戊寅元历》，于武德二年(619)行用至高宗麟德元年(664)，其主要特点是采用定朔，但日、月食预报不准；朝廷相当关注，分别于武德六年和九年诏命通晓历算官员祖孝孙与算历博士王孝通及崔善为等加以评论。傅仁均解答甚详，开良好学术研讨风气，并对该历加以改进。贞观初，历算家李淳风又提出十八个疑点，复诏崔善为、司历南宫子明及太史令薛颐再加评核，结果七点改从淳风，并复用上元积年，以武德元年为历元，且改用平朔。

但至高宗时，《戊寅元历》误差加大，命李淳风造《麟德历》。隋朝《皇极历》，集南北朝历法精华，可惜没有施行；《麟德历》以《皇极历》为基础，加以改进，有其特色。它创立"进朔"之法，以避免连续四个大月的缺点，其法则是：朔的小余在日法的四分之三以上时，就以第二天为朔日；而且首先采用在历法计算中，以总法1340为共同分母，使计算简便。其后历法家都加效法，为今后《授时历》以一万为小数记



法开了先例。至于其废除章蔀纪元之法，不用闰周，直接以无中气之月置闰，从此免除了闰周的累赘，尤为便捷。

《麟德历》改用定朔，从何承天倡议用定朔开始，经过两百多年的争论，终于获得最后胜利。《麟德历》关于日行盈缩、月行迟疾的计算，大致和《皇极历》相同，都采用等间距内插公式。我国已故学者刘金沂对该历的日躔、月离及日、月食计算等，都作过深刻研究。

开元九年(721)，《麟德历》署日食不效，令一行作新历。六年后草成而一行逝世。诏特进张说与历官陈玄景等，整理为历术七篇、略例一篇、历议十篇，于开元十七年颁行。此历颁行之后，有天竺历算家瞿昙课，怨不得预改历事，与陈玄景合谋奏：《大衍历》抄袭《九执历》，其术未尽。当时太子右司御率南宫说亦附和。朝廷诏令御史李麟和太史令桓执圭与灵台记录相比较，结果：《大衍历》十中七八，《麟德历》只中三四，而《九执历》只中一二。因而《大衍历》得以称誉一时。其所以如此，乃在于观测水平的进步。在当时对日行盈缩，有更正确理解。《大衍历》称："日南至，其行最急，急而渐损，至春分，及中，而后迟。迨日北至，其日最舒，而渐益之，以至秋分，又及中，而后益急。"《大衍历》的主要贡献在于创立食差推算和不等间距内插法。

1. 食差

《大衍历》对日、月交食的预报，作了深刻的研究，首创食差的理论计算。食差，就是由于"视差"对日、月交食所产生的影响。在它之前，隋《皇极历》首次考虑视差对交食的影响；唐《麟德历》也考虑食差，但都属初步。《大衍历》则首次创立食差的计算方法，将其推进到更系统的境界，使得对分别预报日、月交食的食分公式，亦更趋精细，颇有独到之处。



食差既然导源于"视差"，我们应先就"视差"的机理以及影响于食差、"食限"和"食分"等内涵作一概述。

"视差"一词在我国古历中并未出现，但视差对交食产生影响早已被发现。大约在6世纪，北齐张子信发现：月球在黄道南、北与日食有一定关系，他说："合朔，月在日道里则日食，若在日道外，虽交不亏。月望值交则亏。"根据这一认识，隋、唐的历法都考虑视差对交食的影响。

以现代天文学观点来看，视差总是使天体的视位置降低，使天顶距增大。对近距离的月球和太阳而言，前者的地平视差为57′03″，后者仅为8″.8；因太阳视差很小，古代尚未发现，仅对月球视差进行改正。

因为古人仅知道月球在黄道南、北对交食产生影响的现象，也发现这种影响有大小不同的变化，但却不知道这种变化原因的天文内涵，所以对月球视差的改正，

仅是经验性的，没有上升到定性和定量计算阶段。以现代天文学概念来看，月球视差同月球某一时刻的天顶距有关，而月球天顶距又与它的赤纬和时角以及观测地纬度有关。由于合朔时日、月的赤纬相近，古人在考虑月球视差的影响时，一般以太阳的赤纬为依据，而太阳赤纬同节气有关，故又以节气为准来讨论。《大衍历》论证交食的"差积表"和"食差表"，就是这样来考虑的。这不得不令人钦佩其理解之深刻。我们将在后面看到。

因为视差使月球视位置降低，它对交食的影响表现在两方面：其一，使食限的大小发生变化。月球在黄道以北时，视差使月球南移更接近黄道，使交食易于发生，因而食限变大。而当月球在黄道以南时，视差使月球更远离黄道，使交食不易发生，因而食限变小。其二，使食分发生变化。月球在黄道北，使食分加大；月球在黄道南，使食分减小。

我们来进行食差的论证：

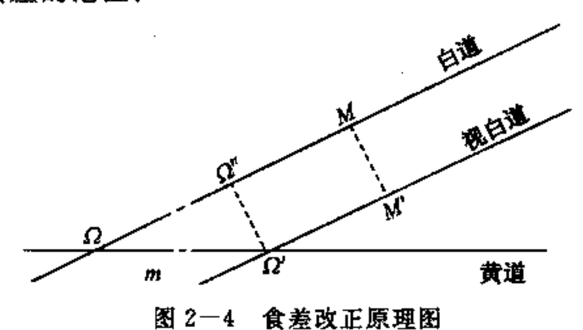


图 2—4　食差改正原理图

食差的意义，月球在黄道北，Ω 为黄、白交点，M 为月球在真白道上位置，由于视差关系，月球的天顶距加大，白道似乎南移，M'是视位置。从 M'作白道的平行弧交黄道于 Ω'，则：$\Omega\Omega'=m$，即为食差，也就是影响交食的量。我们从计算求得的是 ΩM，而实际见到的是 $\Omega'M'$，必须求 m 作改正：

$$\Omega'M'=\Omega M\pm m$$

月球在黄道北用减号，在黄道南用加号。注意：黄、白交角不大，m 值亦不大，故此有 $\Omega\Omega'=\Omega\Omega''$。不论月球在升交点或降交点，都成立。

《大衍历》又得出：$\Omega\Omega'$的距离因视差而变化，于是对 $\Omega\Omega'$有季节变化作订正。《大衍历》有相当于各季节的差积表，由差积表(表 2—27)可以求各节气的食差订正，把它加减于 m，就得到观测日时的日食定差。可以看出：食差的订正，冬至最大，此后各节气渐减，至夏至最小，然后又渐增，至冬至又最大。



表 2—27　差积表

定气	增损差	差积	定气	增损差	差积
冬至	增 10	积初	夏至	损 65	积 450
小寒	15	积 10	小暑	60	385
大寒	20	25	大暑	55	325
立春	25	45	立秋	50	270
雨水	30	70	处暑	45	220
惊蛰	35	100	白露	40	175
春分	40	135	秋分	35	135
清明	45	175	寒露	30	100
谷雨	50	220	霜降	25	70
立夏	55	270	立冬	20	45
小满	60	325	小雪	15	25
芒种	65	385	大雪	10	10

这种差积的订正，亦适用于食限，其结果称为定限，亦就是将它换算成度数。我们来作证明。

由《大衍历》得：月球在黄道北食差 m_0 为 1275[①]。

《大衍历》用周天度 365.25625 度与交点月 Q 之比值 ω，以求各节气的食差 m_n。《大衍历》载："置去交分，以十一乘之，以二千六百四十三除之。"表为下式：

$$\omega=\frac{\text{周天度}}{Q\times3040(\text{通法})}=\frac{365.25625\text{ 度}}{Q\times3040}\approx\frac{11}{2643}\text{度}$$

因而：

$$m_n=\omega\times(m_0-n)$$

其中 Q=27.212214539 日，即交点月，n 为各节气的差积，而 (m_0-n) 即为冬至食差减各节气的差积值。m_0 即为冬至时的食差因子。经计算可得各节气的食差值（表 2—28）。

① 见《新唐书·历志四·下》。对应于冬至的食差因子数值。

表 2—28 各节气食差值表

定气	差积	食差	定气	差积	食差
冬至	0	5.31 度	夏至	450	3.42 度
小寒	10	5.26	小暑	385	3.73
大寒	25	5.20	大暑	325	3.95
立春	45	5.12	立秋	270	4.18
雨水	70	5.02	处暑	220	4.39
惊蛰	100	4.89	白露	175	4.58
春分	135	4.75	秋分	135	4.75
清明	175	4.58	寒露	100	4.89
谷雨	220	4.39	霜降	70	5.02
立夏	270	4.18	立冬	45	5.12
小满	325	3.95	小雪	25	5.20
芒种	385	3.73	大雪	10	5.26

此食差的作用在于决定入食限。对于月球在黄道北时，在视白道上的入食限比真白道的入食限小，所以要加上 m_n 值；对于月球在黄道南时，则须减去；不论月球在升交或降交点。这就是《大衍历》于唐开元十二年(724)首次创立的计算方法。

以上的计算，是对阳城地方而言。对其他地区的计算，则必须先测“定气”的二至、二分正午晷景，然后求出与阳城同样晷景长度的日期，再从表 2—27 中求这天的差积，此差积就是观测地的二至、二分的差积。经过这样订正所求得的差积，就可以进行推算各节气的食差，称为“九服食差”。

《大衍历》建立的食差计算方法，提高了对日、月交食中的“食限”和“食分”预报准确度。

2. 不等间距内插法

《大衍历》在推算定朔改正数时，对于月行速度不等速而产生的改正值计算，相同于刘焯内插公式。但在推算日行速度不均匀的改正值，因“定气”间距不等加以修正，而创立不等间距内插公式。我们来作证明：

如图 2—5，$AB=r_1$，$BH=r_2$，为相邻的两个节气，r_1 和 r_2 不等。A、F、B、H 的坐标分别为：x_0、x_n、x_1、x_2。我们来求 x_0 邻域的 $f(x_n)$差商表示式。



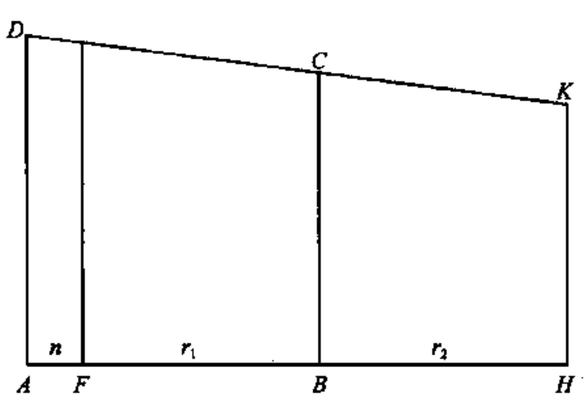


图 2—5　不等间距内插公式推导原理图

引入：

$$f(x_n)=f(x_0)+(x_n-x_0)f(x_0,x_1)+(x_n-x_0)$$

$$(x_n-x_1)f(x_0,x_1,x_2)+\cdots(x_n-x_0)(x_n-x_1)\cdots(x_n-x_{n-1})f(x_0,x_1,x_2,\cdots,x_n)$$

其中：$x_n=x_0+n$

$$f(x_0,x_1)=\frac{f(x_1)-f(x_0)}{x_1-x_0}=\frac{\Omega_1}{r_1}$$

$$f(x_1,x_2)=\frac{f(x_2)-f(x_1)}{x_2-x_1}=\frac{\Omega_2}{r_2}$$

$$f(x_0,x_1,x_2)=\frac{\frac{\Omega_2}{r_2}-\frac{\Omega_1}{r_1}}{x_2-x_0}=\frac{\frac{\Omega_2}{r_2}-\frac{\Omega_1}{r_1}}{r_1+r_2}$$

将上三式化入前式得：

$$f(x_n)=f(x_0)+n\frac{\Omega_1}{r_1}+n(n-r_1)\frac{1}{r_1+r_2}\left(\frac{\Omega_2}{r_2}-\frac{\Omega_1}{r_1}\right)$$

$$=f(x_0)+n\frac{\Omega_1}{r_1}+\frac{nr_1}{r_1+r_2}\left(\frac{\Omega_1}{r_1}-\frac{\Omega_2}{r_2}\right)-\frac{n^2}{r_1+r_2}\left(\frac{\Omega_1}{r_1}-\frac{\Omega_2}{r_2}\right)$$

因为

$$\frac{\Omega_1}{r_1}+\frac{r_1}{r_1+r_2}\left(\frac{\Omega_1}{r_1}-\frac{\Omega_2}{r_2}\right)=\frac{\Omega_1+\Omega_2}{r_1+r_2}+\left(\frac{\Omega_1}{r_1}-\frac{\Omega_2}{r_2}\right)$$

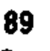
所以

$$f(x_n)=f(x_0)+n\frac{\Omega_1+\Omega_2}{r_1+r_2}+n\left(\frac{\Omega_1}{r_1}-\frac{\Omega_2}{r_2}\right)-\frac{n^2}{r_1+r_2}\left(\frac{\Omega_1}{r_1}-\frac{\Omega_2}{r_2}\right)$$

或

$$T=T_0+n\frac{\Omega_1+\Omega_2}{r_1+r_2}+n\left(\frac{\Omega_1}{r_1}-\frac{\Omega_2}{r_2}\right)-\frac{n^2}{r_1+r_2}\left(\frac{\Omega_1}{r_1}-\frac{\Omega_2}{r_2}\right)$$

这就是《大衍历》的自变数不等间距二次内插式。



《大衍历》中，T_0 为所求朔日前面一个定气的朓朒积，Ω_1、Ω_2 为这一定气和下一定气的损益率，n 为定气到平朔的时间间隔。

《大衍历》推朔望加时定日及小余术，也即求定朔、定望的日名和时刻，包括两方面内容：一，计算因月行迟速而引起的改正数 S；二，计算因日行疾徐而引起的改正量 T，然后得出：定朔时刻＝平朔时刻±$(S+T)$。T 已如上式所求，而 S 则为：

$$S=S_n+\frac{n}{r}\frac{\Omega_1+\Omega_2}{2}+\frac{n}{r}(\Omega_1-\Omega_2)-\frac{n^2}{r^2}\frac{(\Omega_1-\Omega_2)}{2}$$

S_n 为远地点后某些日的朓朒积，Ω 为第某日的损益率；n 为入转分的小数部分；所谓入转分，是平朔离其前远地点的时间间隔，整日数以外的小数部分则为 S。r 为一日的时间，有的书籍取 r 为 1，那么，公式则更简洁。

《大衍历》对于近点月内，月球运动的认识比前人有进步，因为月球在远地点运行速度最慢，因而采用以远地点作为近点月运动的起算点，比以近地点为起算点优越。此方法为唐、宋主要历法所采用。

唐朝的《宣明历》，亦是中国优秀历法之一，撰成于唐穆宗长庆元年(821)，第二年行用，共施行 71 年。该历的贡献之一在于：首次创立《日食三差》，即由于月球视差影响于交食的时差、气差、刻差三种差数。

时差：是日、月合朔的时刻到食甚时刻的改正值，隋朝历法都以定朔时刻作为食甚时刻，其实，这两者是有区别的。食甚加时，距正午前后则有时差，如食甚正当正午，则无时差。

气差：最大的差在冬、夏至，冬、夏至前后其差渐减，至春、秋分为零。气差即后世所称"南北差"；因这季节黄道的地平高度变化于最高和最低之间，反映于观测地则须加时在子午圈为南或北。



刻差：最大的差在春、秋分，于春、秋分前后其差渐减，至冬、夏至为零；因为在这两季节前后，黄道对某观测地的走向约为东西，那么交食发生时或在黄道上或下时，对该观测地而言，加时则在卯酉圈附近，因此称"东西差"。

《畴人传·徐昂传》称："自三差之法行，而日食渐见亲密，然则《宣明历》创造之功，不可泯灭。"

《宣明历》的贡献之二在于：由定气时刻太阳在黄道上的经度，计算至任何指定时刻经度，简化《大衍历》的内插公式而成为：

$$T=T_0+n\frac{\Omega_1}{r_1}+\frac{nr_1}{r_1+r_2}\left(\frac{\Omega_1}{r_1}-\frac{\Omega_2}{r_2}\right)-\frac{n^2}{r_1+r_2}\left(\frac{\Omega_1}{r_1}-\frac{\Omega_2}{r_2}\right)$$

而推算月球离近地点后 $S+n$ 日的行度，所用公式为：

$$S=S_0+n\Omega_1+\frac{n}{2}(\Omega_1-\Omega_2)-\frac{n^2}{2}(\Omega_1-\Omega_2)$$



《宣明历》具备以上优点，因而成为宋朝司天监考核历算人员的必试课程。

唐朝值得称道的历法还有《崇元历》。唐昭宗时诏太子少詹边冈与司天少监胡秀林、均州司马王墀撰《崇元历》，景福元年(892)编成，第二年颁行，行用于后梁、后唐、后晋、后汉、后周共60多年。至北宋时期，历法中的推算方法大都仿效该历，只不过在数据方面略为改换而已。史载："边冈巧于运算，能驰骋反复于乘除之间。"《崇元历》的贡献主要有两点：

(1)中国古代历算家不知道球面三角法，从太阳的赤经 α，计算相应的黄经 l，只能用经验公式来解算，《皇极历》的计算公式属此范畴；而边冈继之，利用刘焯内插公式，导得黄、赤道差公式为：

$$l-\alpha=\frac{\alpha}{5}\left[\frac{12.43}{20}+\frac{\left(\frac{\alpha}{5}-1\right)}{2}\left(-\frac{1.44}{20}\right)\right]$$

可称是超越于经验公式，首次由数学演绎得出的范式。

(2)《崇元历》亦简化刘焯内插公式，对推算由于日行不均匀的定朔改正，表示为：

$$T=T_0+\frac{n\Omega_1}{r_1}+\frac{n}{2r}(\Omega_1-\Omega_2)-\frac{n^2}{2r^2}(\Omega_1-\Omega_2)$$

计算也甚简便。

(二)晷景和子午测量

唐朝为配合制订历法，进行大规模晷景和子午测量。高宗调露元年(679)五月，太常博士检校姚玄辩奏请于阳城测景台，依古法立八尺表，夏至日中测景，有尺五寸，与古法同。《唐会要》载：调露元年十一月十一日，于阳城周公测景台，得晷景一丈二尺七寸。

规模宏大的，要算开元年间的子午测量。开元十二年(724)，为了给《大衍历》提供数据，在一行主持下，由南宫说等人进行实地测量。《旧唐书·天文志·上》载："开元十二年，诏太史交州测景……太史监南宫说择河南平地，以水准绳，树八尺之表而以引度之。"

当时，在今河南省境内，从黄河以北滑州白马县(今滑县)起，经汴州浚仪古台(今开封西北)、许州扶沟县，到豫州的上蔡武津等四个地方，分别测量此四地之间距离，各地二分、二至日正午的影长和北极高度。数据见表2—29、表2—30。



表 2—29　二分、二至正午影长表

观测地	北极高（唐度）	日中日影长（唐尺）			距离（唐里）
		冬至	夏至	春秋分	
白马	35.3	13.00	1.57	5.56	白马至浚仪 198 里 179 步
浚仪	34.8	12.85	1.53	5.50	浚仪至扶沟 167 里 281 步
扶沟	34.3	12.53	1.44	5.37	扶沟至上蔡 160 里 110 步
上蔡	33.8	12.38	1.36	5.28	上蔡至白马 526 里 270 步

表 2—30　北极高度表

观测地	观测地纬度（换算成今度）			黄赤交角由二至日影计算（今度）
	按北极高计算	按二至日影计算	按二分日影计算	
白马	34°47′04″	35°01′41″	35°04′32″	23°39′33″
浚仪	34°18′06″	34°44′28″	34°47′06″	23°38′54″
扶沟	33°48′24″	34°06′12″	34°08′51″	23°38′52″
上蔡	33°18′51″	33°41′09″	33°42′02″	23°44′14″

实测发现，从滑县至上蔡的距离是 526.9 里，日影相差已经为 2.1 寸，这就推翻了在此之前的“日影千里差一寸”的说法。

在测量中还发现，影差和南北距离之间的关系不是常数，于是改用北极高度的差来计算，发现南北相差“三百五十一里八十步而差一度”，这是因为南宫说测得白马至上蔡距离是 526 里 270 步，而白马北极高是 35.3 唐度；上蔡北极高为 33.8 唐度，相差 1.5 唐度。因而得出结论：“大率五百二十六里二百七十步而北极差一度半，三百五十一里八十步而北极差一度。”但是，根据其中测量最精确的一组数据来计算，得出子午线一度长约 122.8 千米，同现代值每度 111 千米相差不多(图 2—6)。

史载：一行除了推动南宫说等人进行这四个地方的子午线测量之外，还同时派人到 13 个地点去测量各地的北极高度、日影长短、各地昼夜长短，见同一次日食的食分和时刻。这 13 个地方南北纬度相差为 30 多度，范围广大，无疑是世界上第一次规模很大的天文大地测量。

(三)仪象工作

唐朝初期，由于政治稳定、经济生产繁荣、工艺水平和科学技术都有发展，对天文仪象的研制有很大推动。



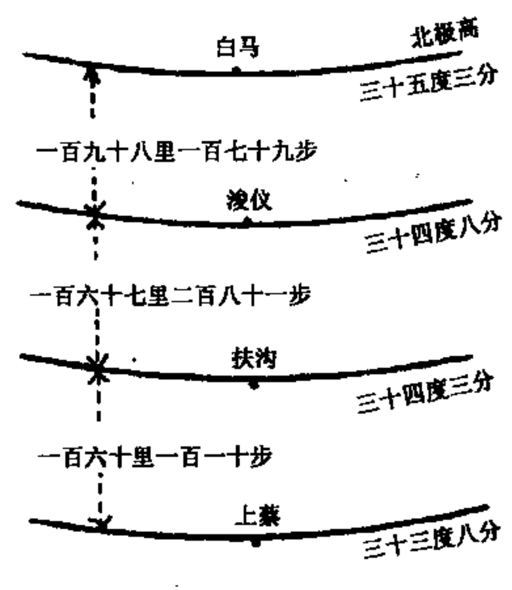


图 2—6　唐朝子午线测量点示意图

1. 浑仪方面

本章开始，曾述及贞观年间由李淳风研制成功并置于凝晖阁的浑仪，可为代表作，其结构颇为精致。此仪器共分三层，外层叫六合仪，固定不动，包括与赤道平面平行的赤道环，与地面平行的地平环和正南正北方向的子午环；中层叫三辰仪，可以转动，是互相交叉的赤道、黄道、白道三环；内层则是一个夹有窥管可以旋转的赤经环，也称四游仪。由于仪器新增加了白道环，可以同时直接量度日、月在各自轨道上的视运动。不但如此，此仪器的白道环还可以移动，使得环本身与天球上的白道位置相合，这已经是相当精确了。

开元九年(721)，一行和梁令瓒对李淳风的浑仪作了改进，在黄道环和赤道环上，每隔一度打一个洞，使白道环可以在黄道环上一度就移动一下，就比李淳风的一度半左右才能移动一下要前进一步；而且黄道环又可在赤道环上移动，用来表示岁差①。该仪器名为黄道游仪。一行用以研究月球运动、提高交食计算的准确度，发现恒星坐标因岁差而变化，对于修制《大衍历》起了很大作用。

梁令瓒多才多艺，还设计制作了“水运浑天”。此仪器上刻二十八宿，注水激轮，每昼夜自转一周，与实际天象同步。这个仪器一半藏在木柜里，并有报时的装置，制作精妙，充分反映了当时的工艺水平。由于此两仪象颇具特色，因而载入史册。《旧唐书・天文志》称：

> 玄宗开元九年，太史频奏日食不效，诏沙门一行改造新历。一行奏



① 我国古代历法家以为岁差使黄道沿赤道移动，这是错误的。实际上正相反。

云，今欲创历立元，须知黄道进退，请太史令测候星度。有司云：承前唯依赤道推步，官无黄道游仪，无由测候。时率府兵曹梁令瓒待制于丽正书院，因造游仪木样，甚为精密。一行乃上言曰：黄道游仪，古有其术而无其器。以黄道随天运动，难用新仪格之，故昔人潜思皆不能得。今梁令瓒创造此图，日道月交，莫不自然契合，既于推步尤要，望就书院更以铜铁为之，庶得考验星度，无有差舛。从之，至十三年造成。于是玄宗亲为制铭，置之于灵台以考星度。又诏一行与梁令瓒及诸术士更造浑天仪，铸铜为圆天之象，上具列宿赤道及周天度数。注水激轮，令其自转，一日一夜，天转一周。又别置二轮络在天外，缀以日月，令其运行。每天西转一周，日东行一度，月行十三度十九分度之七，凡二十九转有余而日月会，三百六十五转而日行匝[1]。仍置木柜以为地平，令仪半在地下，晦明朔望，迟速有准。又立二木人于地平之上，前置钟鼓以候辰刻，每一刻自然击鼓，每辰则自然撞钟。皆于柜中各施轮轴，钩键交错，关锁相持。既与天道合同。当时共称其妙。铸成，命之曰水运浑天俯视图，置于武成殿前以示百僚。

2. 漏刻

唐初太常博士吕才制作四级补偿式浮箭漏(图2—7)。《古今图书集成·历法典》载："有四匮，一夜天池，二日天池，三平壶，四万分壶。又有水海，以水海浮箭。以四匮注水，始自夜天池，以入于日天池，自日天池，以入于平壶，以次相注，入于水海，浮箭而上，每以箭浮为刻分也。"



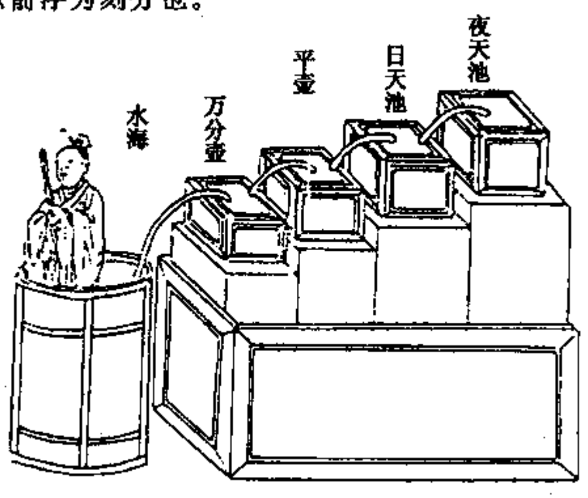


图2—7 唐吕才浮箭漏图

① 匝，一周也。



吕才还著有《大唐漏刻经》一卷。

第十节　五代十国的天文机构

晚唐之后，即为五代十国时期。我们对这期间的朝代兴替历史，略作叙述。

公元907年，朱晃（又名朱温）灭唐称帝，国号梁，史称后梁，占有中国北方大部地区。此后相继出现后唐、后晋、后汉、后周，称为五代。同时，中国南方各地和山西地区，先后出现吴、南唐、吴越、楚、闽、南汉、前蜀、后蜀、荆南（即南平）、北汉等，称为十国。公元960年赵匡胤代后周称帝。建立宋王朝，先后削平南唐、吴越、北汉等割据势力，至公元979年结束五代十国局面。

五代纷乱，50多年中，六易国号；外有十国割据之乱，如算至宋灭北汉为止，则延续90余年。天下多事，战火频仍，社会动荡，天文机构更不健全，天文仪象散落，测候凌杂。史册记载只有司天台，其人员建制品秩亦无记录，各朝灵台记事无法查考。至于行用历法，各朝亦不统一，因而对此时期的天文事件，只能简约挈领，述其大略。

一、人员建制与职掌分工

五代十国时，每个国家领域不广，实力未丰，享国时间也短，然而作为朝廷官署的天文机构，仍普遍建立，只是规模较小而已。可是，在各国的天文机构中，却有一些具有较高水平的司天监官，他们虽生在战乱动荡年月，仍研制历法，颇有创见。后来，这些人才都集中到宋朝的天文机构中，为繁荣天文事业、改进历法再次作出贡献。



五代十国天文机构人员建制列于表2—31。

表2—31　五代十国天文机构职掌表

年　代	司天监	司天少监	人员职掌	工作贡献	附注
后　梁 907—923	仇　殷 王　墀				
后　唐 923—936	耿　瑗 胡杲通	赵仁琦	星官赵延义		
后　晋 936—946	马重绩 赵延义	赵仁琦 张文皓 王　白	天文参谋： 赵延义 杜　升 杜崇龟	造《调元历》	太子率更令： 宇文颧

续表

年　代	司天监	司天少监	人员职掌	工作贡献	附注
后　汉 947—950	王处讷 赵延义				
后　周 951—960	赵延义 赵修已	王处讷		造《明元历》 《钦天历》	王朴造
南　汉 917—971	周　杰	周茂元			
前　蜀 907—925	胡秀林 赵温珪 赵延义			造《永昌历》	
后　蜀 934—965		胡　韫			
南　唐 937—975			历官陈承勋	造《中正历》	
北　汉 951—979	李　义				

二、五代十国的天文贡献

五代十国的重大天文活动及其贡献，比盛唐时期虽大为逊色，然而，对历法研究有所造诣者亦不乏其人；对漏刻的实测和报时方法亦有所改革。

(一)天文历法方面

后梁和后唐，未能修历，只用《宣明》和《崇元》两历互为参用。到了后晋，生产稍为恢复、社会较为稳定，司天监马重绩遂制新历，以唐朝天宝十四年乙未立为近元，以雨水正月朔为岁首，气朔采用《宣明历》，星纬参用《崇元历》，各取其长，历成上报。后晋高祖命司天少监赵仁琦、张文皓，秋官正徐皓，天文参谋赵延义、杜升等，以新历与《宣明》、《崇元》两历考核；之后，赐名《调元历》，并命翰林学士承旨和凝撰序，可见其重视。此历行用于天福五年(940)至开运元年(944)；后在辽代又行用 48 年。

后汉，仍行用《崇元历》。

后周时期，《调元历》行用数年之后，产生误差。显德二年(955)，周世宗命端明殿学士、左散骑常侍王朴，加以订正，经过年余，撰成《钦天历》，共十五卷；分步日、步月、步五星、步发敛四术，自成一家，行用于显德四年至七年；宋建隆元年(960)至四年亦行用。



前蜀司天监亦撰历法。《十国春秋·前蜀志》载："武成二年(909)冬十月甲子，司天监胡秀林献《永昌历》，诏行之。"又史载："后又行《正象历》。"

南唐，史载行用《中正历》、《齐政历》。《玉海》称"南唐陈成勋进《中正历》"。但《十国春秋·南唐志》载："升元四年(940)三月丁未，颁《中正历》，历官陈承勋所撰也。"然而《畴人传·四编》则称："王公佐撰《中正历》三卷，《正象历》一卷。"

(二)仪象方面

后唐清泰三年(936)十一月，曾遣司天少监赵仁琦往汴州取浑天仪。此前之后梁时期，曾于汴梁制造浑天仪，此仪久存汴州开封。

关于漏刻，后晋天福三年司天监马重绩曾校验漏刻的记时起点，调整为：时初打一刻，至四刻后为"时正"，八刻终为一时辰结束。《五代会要》述之甚详：

> 晋天福三年二月，司天台奏。臣等准漏刻经云：漏刻之制，起自轩辕，所以上揆天时，下著人事。是故日行有南北，晷漏有长短，以黄道去极之度，而求漏刻日移之变。夫中星昼夜一百刻，分为十二时，每时有八刻三分之一。假令符天，以六十分为一刻，一时有八刻二十分，四刻十分为正前，四刻十分为正后，二十分中必为时正……伏以见行漏刻，自午初四刻，元称巳时，巳入未时，犹打午正。若不改更，终成错误。今欲每时初打一刻，至四刻后正时正牌，打八刻终一时，后一时却从初起，即上同往古，下验将来。从之。

(三)颁布禁令

后唐同光二年(924)九月，禁天下造私历。

后周广顺三年(953)八月敕："自今后玄象器物、天文图书谶记、七曜历、太乙雷公式法等，私家不得有及衷私传习，有者并须焚毁。司天台，翰林院本司职员，不得以前代所禁文书，出外借人传写。其诸时日、五行、占筮之书，不在禁限。每年历日，须候本司再算造奏定，方得雕印，本司不得衷私示外，如违准律科罪。"

显德三年八月敕："应诸色阴阳占卜书，宜令司天台，翰林院集官详定，其书如曾经前代圣贤行用，合正道者，只可存留，其有浅近妖妄不依典据者，并可毁废。"

后唐长兴三年(932)二月，司天台"奏中书门下牒，令逐年申送史馆《十一曜细行历》并周天行度、祥变等。当司旧例，只依申星曜事件，不载占言"。敕："宜令司天台密奏留中外，其余凡奏历象、云物、水旱等事，及诸州府或奏灾祥，一一并申送史馆。"

以上这些禁令，可算相当认真、严肃。

综观五代十国的天文历法、仪象，都有所贡献。在历法方面，除任职司天监的历法家有建树之外，值得一提的是后周时期的王朴，他并非司天监官员，但却编撰

了《钦天历》，得以行用。

史载：后周世宗于王朴编成《钦天历》之后，亲自为新历撰写序言，并诏令司天监于第二年颁行，足见其重视。

《畴人传·王朴传》称："前世造术者，其法不同而多差，至唐一行始以天地之中数作大衍术，最为精密，后世善治术者，皆用其法，惟写分拟数而已。至朴亦能自为一家。"

这是对王朴贡献的评价。王朴虽非专职治历，然于司天监之外，卓然成家。其后，他于北宋太平兴国六年(981)又撰《钦天新术历》，虽未颁行，但亦可见其颇精历算之术。

第十一节　宋朝的天文机构

公元960年，赵匡胤代后周称帝，国号宋，定都开封。接着平定国内割据势力；至赵光义继位，太平兴国四年(979)初，北汉投降，才结束了安史之乱以来200多年的藩镇割据局面。由宋太祖至钦宗靖康元年(1126)金兵攻入开封，这段时期称为北宋。

次年，宋高宗在南京(今河南商丘)称帝，后建都临安，至帝昺祥兴二年(1279)为元所灭，这段时期称为南宋。两宋共历320年。

和唐朝相比，宋朝的农业、手工业、商业和科学技术都大为进步。北宋时期的冶炼和机械制造技术水平的提高，为天文仪器制作提供了良好的条件。我国传统的浑仪、浑象、漏壶、圭表以及历法等，在北宋都有重要发展。至于南宋，偏安一隅，人才和仪象设备都比北宋大为逊色，但也有相应进步。

一、人员建制与职掌分工



宋朝可算是我国天文机构最多的朝代。在秘书省下设司天监及下属天文院、测验浑仪刻漏所、钟鼓院、印历所，后来又增设翰林天文院。前者在开封及附近地区，后者则在禁城之内进行天象观测。这不能不说是繁荣的景象，这些机构各有分工，可与盛唐时期媲美。

北宋初期设司天监。《宋史·百官志》载："司天监设监、少监、丞、主簿、春官正、夏官正、中官正、秋官正、冬官正、灵台郎、保章正、挈壶正各一人。掌察天文祥异、钟鼓漏刻、写造历书，供诸坛祀祭，告神名牌位，画日。监及少监阙，则置判监事二人，以五官正充。礼生四人，历生四人，掌测验浑仪、同知算造、三式。"

《宋会要》载："司天监天文院掌浑仪昼夜测验星象，以白于监。测验注记二人，刻择官八人，监生无定员。押更十五人，学生三十人；钟鼓院掌钟鼓刻漏进牌之事，节级三人，直官三人，鸡唱三人，学生三十六人。"

北宋天文机构的一个特点就是设立翰林天文院，其原因何在呢？据《玉海》载：



"天圣五年(1027)八月,上封者言,先朝以司天监与测验浑仪所所奏灾祥非实,遂更置翰林天文院以较得失,每天象差忒,各令奏闻。冀相关防,庶令儆戒。近命判司天监领之,颇异旧制。乙酉,遂令各掌其事置司天监兼领。"

由于这一记载,史学家皆认定宋仁宗天圣五年;为翰林天文院设立时期。但是如果再从其他史料记载来看,其成立时期,似可推前:

《宋会要》载:"宋真宗景德元年(1004)诏司天监翰林天文院职官、学生,诸色人,至今不得出入臣僚家。"

可能在天圣五年之前,已成立翰林天文院。因为宋朝的内侍省置翰林院,以当官一人领院事,下辖天文、书艺、图画、医官。这翰林院掌观测天象、占候卜筮,以其观测结果与司天监互相对照,以质异同。翰林天文院的编制,宋史虽无记载,但可以猜度,亦应与司天监天文院相差不多。我们从沈括《梦溪笔谈》记载,可得到一些线索:

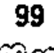
> 国朝置天文院于禁中,设漏刻、观天台、铜浑仪,皆如司天监,与司天监互相检察。

宋神宗元丰年间(1078—1085),鉴于机构重叠,既无定员亦无专职,有的莅其官而不任其职,冗员很多。于是从元丰三年起,在蔡确、王珪的协助下,对职官制进行改革,历时数年,史称元丰改制。天文机构仍置司天监,但改称太史局。《宋史·职官志》载:

> 太史局,掌测验天文,考定历法,凡日、月、星辰、风云、气候、祥眚之事,日具所占以闻。岁颁历于天下,则预造进呈。祭祀、冠婚及大典礼,则选所用日。其官有令、有正;有春官、夏官、中官、秋官、冬官正。有丞,有直长,有灵台郎,有保章正。其判局及同判,则选五官正以上业优考深者充。保章正五年、直长至令十年一迁。惟灵台郎试中乃迁,而挈壶正无迁法。其别院有天文院,测验浑仪刻漏所,掌浑仪台昼夜测验辰象。钟鼓院掌文德殿钟鼓楼刻漏进牌之事。印历所掌雕印历书。南渡后,置隶秘书省。长、贰、丞、郎轮季点检。

在北宋,太史局曾并进算学生员。在这里稍述其渊源。元丰七年,诏四选命官通算学者许于吏部就试,其合格者上等为博士,下次为学谕。元祐元年(1086)初,议者谓本监虽准朝旨造算学院,原未兴工,其试选学官亦未有应格,乞罢修建。崇宁三年(1104),遂将元丰算学条制修成敕令。崇宁五年罢数学,令附于国子监。十一月,从薛昂请,复置算学。徽宗大观三年(1109),太常寺考究,以黄帝为先师,自常先、力牧至周王朴以上从祀,凡七十人。大观四年,以算学生并入太史局。

及至南宋,因匆忙南渡,战争频仍,各事草创。高宗建炎三年(1129),将太史局并入翰林天文院,绍兴元年(1131)七月又复置。以后各朝皇帝的天文机构,大体维



持北宋局面，但其间也有所调整。

孝宗淳熙七年(1180)，史载："诏太史局天文官四员、内差一员，充主管翰林天文局官，自是天文官止以三员为额。其原因为翰林官循习弛慢，掌事不专，皆由太史局无主管专提督官，故有是诏。"

宁宗庆元五年(1199)，又对天文机构重新制定编制。《宋会要》载："淳熙四年，所帮九十三人，今见帮一百二十五人，比之淳熙四年，已多三十二人。若不限制，将来又恐源源不已。欲将太史局天文局钟鼓院官至局学生，通以一百人为额。"经过这样精简之后，人员各司其职。

这是南宋天文机构演变大略。

南宋天文机构的工作，在后来因人才不足，力不从心，必须借助民间历算家的力量，来协助太史局论证、制定历法，核验日、月食，等等。有时，民间历算家的测算和预报，比官方还要来得准确。

表 2—32 北宋天文机构表

年代	司天监正	司天少监	人员建制	主要工作	备注
太祖 960—975	苗昌裔 周克明 (权判) 马依泽	王处讷 周茂元	监正 1人 少监 1人 监丞 1人 主簿 1人 春官正 1人 夏官正 1人 秋官正 1人 冬官正 1人 中官正 1人 灵台郎 1人 保章正 1人 挈壶正 1人 礼生 4人 历生 4人 天文院 测验注记 2人 刻挥官 8人 押更 15人 学生 30人 监生无定员 钟鼓院 节级 3人 直官 3人 鸡唱 3人 学生 36人	掌察天文祥异，钟鼓刻漏，写造历书，供诸坛祠杜祭告神名，牌位，画日 掌文德殿钟鼓刻漏进牌之事	





续表

年 代	司天监正	司天少监	人员建制	主要工作	备注
太宗 976—997	王处讷 苗守信 （判） 楚芝兰 （判） 马 韶 （判） 马 额	丁文景 王熙元 苗守信 王 睿	同上 灵台郎 韩显符 司天浑仪丞 张思训 秋官正 史端 冬官正 吴素秋		太平兴国四年，张思训制成浑仪，置于文德殿钟鼓院。至道元年，韩显符制成铜浑仪，置于司天监测验浑仪刻漏所
真宗 998—1022	周克明 （权判） 王熙元 史 序 （判）	邢中和 丁文泰 王熙元 （权知少监） 史 序 徐 起 马 怀	同上 保章正 张奎 灵台郎 祝庶几 杨皞		景德四年，曾置灵台令，大中祥符三年，韩显符另制铜候仪，置宫内龙图阁
仁宗 1023—1063	宋行古 （权判） 李用晦 周 琮 陈 襄 王 立 杨维德	元 轸	同上 灵台郎 楚衍 丁涛 刘抃		皇祐三年，舒易简制成黄道浑仪，置翰林天文院候台
英宗 1064—1067	周 琮 （判） 楚 衍	王 棟	同上 灵台郎 杨得言		



续表

年　代	司天监正	司天少监	人员建制	主要工作	备注
神宗 1068—1085	丁　洵 （权判） 陈　绎 （提举） 司马光 （提举） 沈　括 （提举） 周　琮 钱　藻 （提举） 王安礼 （提举）		同上 浑仪官　欧阳发 灵台郎　尤瑛 太史令正　1人 太史令丞　1人 春官正　1人 夏官正　1人 秋官正　1人 冬官正　1人 中官正　1人 直长 灵台郎 保章正 挈壶正 天文院 测验浑仪刻漏所 钟鼓院 印历所	掌测验天文，考定历法，凡日、月、星辰、风云、气候；祥眚之事，岁颁历于天下，预造进呈，祭祀、冠婚大典礼，则选用日	熙宁六年，沈括设计的新浑仪制成，存太史局天文院；元丰三年改官制，司天监改称太史局
哲宗 1086—1100	丁　洵 （权判） 王安礼 （提举）	于大吉	同上 夏官　周日严 秋官　于太古 冬官　张仲宣		元祐七年，苏颂、韩公廉制成浑天仪象，存于元祐浑天仪象合台
徽宗 1101—1125	周　彤 （判）		同上		宣和六年设立玑衡所
钦宗 1126					



表 2—33 南宋天文机构表

年代	太史令正	太史令丞	人员建制	主要工作	备注
高宗 1127—1162	丁师仁 吴师颜		翰林天文院与太史局合并绍兴元年复置 体制大体依照元丰官制,但有增减 太史局额外学生由 30 名减为 10 名 钟鼓院学生由原 30 名减为 10 人 测验浑仪刻漏所学生由原 30 名减为 10 人 太史局额外学生名额 25 人 文德殿钟鼓院学生名额 20 人 太史局行遣文字礼历生名额 3 人 历生 1 人 守阙礼生 2 名 共 6 人		建炎三年四月十三日绍兴元年七月八日 绍兴三年十二月一日 绍兴十二年十月十七日 绍兴二十年八月十一日 绍兴二十七年正月九日
孝宗 1163—1189	吴 泽 (判) 李继宗 (判) 孙随龙	荆大声	同上,但有增减 太史局天文院司辰额内瞻望局学生原 10 人减 2 人 太史局司辰局学生 20 人减 2 人 额外局学生 30 人减 6 人 司历历生 6 人减 1 人 行遣文字人吏礼历生仍为 4 人不减 太史局天文官 4 员内,差一员充主管翰林天文局官。自是,天文官止以 3 员为限 太史局额外祠祭局学生以 20 人为额 太史局守阙礼生减 1 人		隆兴元年八月十七日 淳熙七年六月十日 淳熙九年正月二十六日 淳熙十四年二月十九日
光宗 1190—1194	薛叔似 (提举) 刘孝荣 (判)	杨忠辅	同上		

续表

年代	太史令正	太史令丞	人员建制	主要工作	备注
宁宗 1195—1224	薛叔似 (提举)		同上,但因冗员过多,重新定编太史局主管御书神位官定额 2人 太史局天文官员由125人减为太史局天文局钟鼓院至局学生共为100人 判局官 4人 主管翰林天文局 1人 天文官 3人 同知算造 6人 (同知算造五职位) 秤漏官(兼) 1人 历算官(兼) 3人 主管御书神位官 1人 酉点天文日状官 2人 主管影表官 1人 主管刻漏官 1人 主管书籍官 1人 星漏官 2人 本兼共32职,见任官27员 天文院、浑仪所司辰额内瞻望局学生,两院各 10人 钟鼓院司辰局学生 15人 翰林天文局司辰额内瞻望局学生 15人 玉漏学生 2人 天文院额外祠祭局学生 18人 写御览历生 3人		庆元四年二月 庆元五年二月六日
理宗 1225—1264			同上 灵台郎 杨 旗 相师尧 邓宗文 李辅卿		
度宗 1264—1274	邓宗文 谭 玉		同上		



续表

年代	太史令正	太史令丞	人员建制	主要工作	备注
恭帝 1275					
端宗 1276—1277					
帝昺 1278—1279					

二、宋朝的候台

宋朝研制的浑仪、圭表和漏刻很多，大多数置有候台，但其中宣和浑仪和大中祥符韩显符铜候仪，因史载未详，没有明确写明置于何候台。现将太史局各候台及皇宫候台介绍于下。

(一)岳台

位于开封岳台坊，地名浚仪，近古候景台之所，《尚书·洛诰》称为东土。仁宗皇祐初，周琮、于渊、舒易简等修整司天监旧圭表，因该圭表为石晋时天文参谋赵延义所建，表既攲倾，圭亦垫陷。因而另立"八尺铜表，厚二寸，博四寸，下连石圭一丈三尺，以尽冬至景长之数，面有双水沟为平准，于沟双刻尺寸分数，又刻二十四气岳台晷景尺寸"；候之三年，知节气比旧历后天半日，步算之法颇详，写成《岳台晷景新书》三卷。

徽宗崇宁年间，姚舜辅造《纪元历》，曾在岳台测景。

(二)至道浑仪候台

太宗至道元年(995)十二月，韩显符制成浑仪，诏于司天监筑台置之。据考证，即置于测验浑仪刻漏所。

(三)熙宁浑仪候台

神宗熙宁七年(1074)，沈括设计的新浑仪置于此台。

(四)翰林院天文院候台

皇祐三年(1051)，舒易简、于渊、周琮研制的黄道浑仪，置于此院候台。

(五)文德殿钟鼓楼

宋初复挈壶之职，专司辰刻，置于文德殿门内之东偏；设鼓楼、钟楼于殿庭之左右。太宗太平兴国四年(979)正月，张思训制成可报时的浑象，诏置于文德殿东鼓楼下。皇祐初，舒易简、于渊、周琮等制成漏刻，亦置此处。

(六)合台

哲宗元祐七年(1090)，苏颂、韩公廉新制成的水运仪象置于此台。

(七)宣和玑衡所

徽宗宣和六年(1124)，王黼请造浑仪；又更作一座，置于玑衡所。

(八)南宋清台

《宋史·天文志》载："绍兴十四年(1144)，乃命宰臣秦桧提举铸浑仪，而以内侍邵谔专领其事，久而仪成；三十二年，始出其二置太史局。而高宗先自为一仪置诸宫中，以测天象，其制差小，而邵谔所铸盖祖是焉，后在钟鼓院者是也。清台之仪，后其一在秘书省。"

《玉海》载："庆元四年(1198)七月，秘书省筑浑仪台，高二丈一尺。"

南宋清台，看来共有绍兴和庆元年间两次修建。清台的规模，天文典籍已不可见。仅从秦九韶《算学九章》[①]书中得见清台图(图 2－8)，这是当时作为计算建台所需土方的例题。由此可见到南宋清台的轮廓。



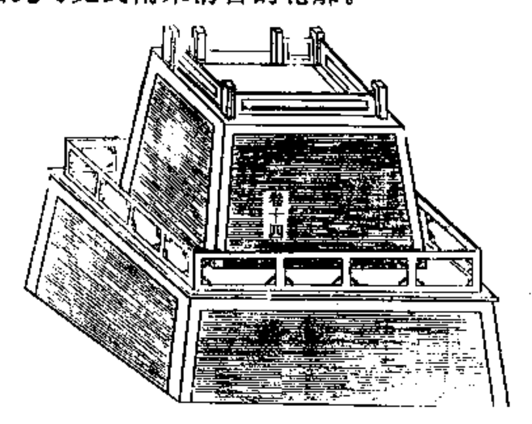


图 2－8　南宋清台图

① 秦九韶《算学九章》十四卷，宜稼堂丛书版，载，"此台正高十二丈，上广五丈，阔七丈。下广十五丈，阔十七丈。"又与庆元浑仪台不同；或为绍兴年间清台的规模。



(九)南宋宫廷候台

《宋史·律历志》载："绍兴十四年，太史局请制浑仪，宰相秦桧曰：在廷之臣，罕能通晓。高宗曰：此阙典也，朕已就宫中制造，范制虽小，可用观测，日以晷度，夜以枢星为则。"

(十)北宋钦天坛

《宋史·纪》载："庆历三年(1043)五月辛卯，筑钦天坛于禁中。""仁宗以天久不雨，降服撤膳，躬自暴露，夜辄升坛，祷词达旦不寐。"

此坛不一定作为天象观测，或亦作为占候祈祷之用。

宋代的天文台，大略如此。但真宗大中祥符三年(1010)二月，韩显符新造的铜候仪(一作铜浑仪)，诏徙入龙图阁；但没有记载是否设置候台。据考证，此仪器曾用以测定外官星的位置。

三、品秩、俸禄、职钱概略

宋朝司天监袭用唐制，从《宋史·百官志》记载看来，即使元丰改制之后的司天监(太史局)官员品秩，改变不大。及至南宋，则有所变化。然而总体记载不详，现结合品秩、俸禄、职钱各项概列于下(表2—34，表2—35)：

表2—34　品秩、俸禄、职钱表

官员	品秩	俸禄	职钱
司天监(太史局)	正三品	35	
少监	正四品		
丞	正六品	5千	春、冬绢各5匹，冬绵15两
五官正	正五品上	13千	春、冬绢各5匹，冬绵15两
副	正六品上		
主簿	正七品上	5千	春、冬绢各3匹，冬绵15两
灵台郎	正七品下	3千	春、冬绢各3匹，冬随衣3千
保章正	从七品上	2千	春、冬绢各3匹
挈壶正	正八品上	未详	未详
五官监候	正八品下	未详	未详
司历	从八品上	未详	未详
司辰	正九品上	未详	未详

表 2—35 南宋绍兴以后品秩、俸禄、职钱表

官员	品秩	俸禄	职钱
太史局	正八品	未详	未详
太史局丞	从八品	未详	未详
直长	从八品	未详	未详
灵台郎	从八品	未详	未详
保章正	从八品	未详	未详
挈壶正	正九品	未详	未详

四、宋朝的重大天文活动及贡献

本章叙述宋朝在仪象研制、恒星观测、历法等方面的贡献，并评议政策管理和南宋民间天文学。

(一)仪象研制

我国传统的浑仪、浑象、圭表和漏刻，在宋代有重要发展。

北宋时期制造的浑仪，计有太宗至道年间韩显符主持制造的铜浑仪；真宗大中祥符年间制成的龙图阁铜浑仪；仁宗皇祐年间舒易简等主持制造的新浑仪；神宗熙宁年间沈括主持制造的浑仪；以及哲宗元祐年间苏颂主持制造的水运仪象等。这些仪器每架用铜约 10000 千克。其工艺技术水平已达到相当高的水平。宋朝浑仪的特点在于：古代浑仪常把百刻这个时间分划单位，刻在地平环上。这说明古人对于将太阳的时角变化，作为量度时间尺度这一概念还不清楚。直到皇祐新浑仪才取消地平环上的百刻分划，而在固定的赤道环上，另刻出一百个刻度，用以测量太阳的时角变化。这就相当于现代赤道仪上的时角盘，同时也是在浑仪上安置百刻环的首创者，而且，从这台浑仪开始，在地平环上开水平沟，以调整仪器的水平。至于熙宁浑仪，则去掉白道环。这表示，当时在由赤道或黄道度数推算白道度数的计算方面已渐趋精密；该浑仪还改进了窥管，使下孔缩小为上孔的五分之一。此外，又注意到仪器极轴的校正，通过南北极轴孔观测北极星位置，使浑仪极轴正位。

元祐水运仪象，则是与漏壶流水的动力结合，兼有观测和授时的复合型仪器。它是中国古代相当复杂精致的仪象代表作；通过它可以直接测量出太阳、星辰的赤经或黄经差。整部仪器分浑仪、浑象和报时器三部分；高约 12 米，宽 7 米。《玉海》载：

各仪象之器，共置一台，有二隔，浑仪置于上，浑象置于下，枢机轮轴



隐中，钟鼓时刻司辰运于轮。上木阁五层蔽于前，司辰击鼓、摇铃、执牌出没于阁，内以水激轮，轮转而仪象咸动。

此仪器每到一刻，第一层有木人出来打鼓；每逢时初，有木人出来摇铃；时正，又有木人出来敲钟。第二层和第三层则有木人拿牌子出来报时。第四层有木人击夜漏金钲。第五层有木人报夜漏更筹。据研究，此仪器的浑仪一昼夜旋转一圈，这是现今望远镜跟踪的转仪钟雏形，而计时设备中有“擒纵器”（卡子），又是近代钟表的关键部件，因而它又是钟表的“祖先”。

前面已提到浑象，北宋对浑象的研制，亦具特色。

浑象，与浑仪不同，其历史相当悠久。东汉张衡、三国时吴国王蕃及刘宋时钱乐之等皆曾研制浑象。结构为铜制圆球，具有地平圈、内外规、南北极、黄赤道，布列二十八宿、中外星官及日、月、五纬；可以旋转，以象天运，类似现今的天球仪。浑象又分两种形式，一种是人在外面看天球；另一种是天球星象镂空，人可在球内观看。天球旋转时球内地仍不动。现代或称后者为浑天象。

太宗太平兴国四年，张思训在汉朝张衡、唐朝一行和梁令瓒的水运浑象基础上加以改进，制成水运浑天，用水银作动力，配上报时装置，浑天运转，星辰中天，时辰到位，相当精致。《玉海》载：

起为楼阁之状数层，高丈余。以木偶人为七值神，摇铃、撞钟、击鼓。又作十二神各值一时。至其时即自执辰牌循环而出。

这不仅是一架浑象，同时又是一架钟表。《宋史·天文志》称：“寒暑进退，皆由于此。并著日、月象，皆取仰视。”这表示人是在中间向天球观看的情景。

苏颂、韩公廉于完成水运仪象台之后，又造一架浑天象。《玉海》载：

浑仪占测天度之真数，又以浑象置之密室，自为天运，与仪参合。若并为一器，即象为仪，以同正天度，则两得之。请更作浑天仪，从之……令公廉布算，数年而器成。大如人体，人居其中，有如笼象，因星笼窍如星，以备激轮旋转之势，中星、昏、晓，应时皆见于窍中。星官历翁聚观骇叹，盖古未尝有也。

徽宗宣和六年所设计的一架玑衡，也是一具水运浑象；附有三垣、周天星以及报时装置，以水激轮，不假人力。日、月皆循黄道，日行一周；有昼夜百刻分度。可表演月生明于西，及望而圆，既望又缺。又有司辰寿星，运十二时轮以报时。

据《宋史》载，至道仪、皇祐仪、熙宁仪、元祐仪及宣和仪在汴京陷落后，皆归于金。

在南宋，高宗曾自做一小浑仪置于宫中，至绍兴三十二年，才制大型浑仪两座，置于太史局测候，后存钟鼓院。又据《宋会要》载：绍熙四年（1193）杨忠辅造《统天

历》进行测候时，太史局有三座浑仪。《宋会要·运历》又载："太史局权同知算造杨忠辅、赵涣状，于太史局见有测检法物如后：浑仪三座并在本局内，一座安在台上，系主管官崔仪、刘景仁掌管……"

圭表方面，见于典籍的仅有乾德司天台景表、皇祐圭表及绍熙铜表三处。

太祖乾德司天台景表。《玉海》载："乾德四年（公元 966 年）十一月，太祖谓雅声高，近于哀思，诏和岘讨论。岘奏议谓西京铜望臬可校古法，即今司天台景表上有铜臬，下有石尺是也（丁度谓即唐尺）。今以王朴所定尺比量，短于景表上石尺四分。"

仁宗皇祐圭表，亦即立于岳台的圭表。皇祐元年至三年（1049—1051），周琮等曾在岳台进行了三年的晷景实测工作，除阴天不能测景外，共得到 44 个节气的晷景长度值。经分析，其平均误差为 0.017 尺。周琮还用晷景测量的成果，推求冬至时刻；他算得的公元 1063 年 12 月 16 日 43 刻为该年的冬至时刻，该值比理论值晚约 8 刻（约 2 小时），其精度远高于前代，因以前的冬至时刻测定的平均误差为 20 刻。史载：周琮还曾应用漏刻测量二十四节气时、太阳出入地平的时刻，并计算出各节气昼夜漏刻长度。经研究，其平均误差为 4.9 分，精度也是较高的。

光宗绍熙铜表。《玉海》载："绍熙二年（1191）十二月甲午朔，布衣王孝礼言，今年冬至日景表当在十九日壬午，而《会元历》乃在癸未。请将修内司所掌铜表圭面，付太史局测验。从之。"

漏刻方面，北宋旧有漏刻，以水为权衡，置文德殿东庑，一直使用至仁宗宝元二年（1039），才被燕肃莲花漏取代。宋朝漏刻计有：

燕肃漏刻。仁宗天圣八年（1030），燕肃上莲花漏法，诏司天台考于钟鼓楼下。当时司天监王立等以其所测结果不与《崇天历》合，认为不可施用。仁宗景祐元年（1034）九月，又再与司天少监杨惟德测验，认为与秤漏并合天道。然而，经知制诰丁度等鉴定，又不通过；第二年四月，诏学士章得象、冯元共同论证，经以百刻水秤测候昼夜，又被否定。直至景祐三年二月，复命得象等重定水秤漏刻，至四月，得象提出：水行有疾迟，请增加平水壶一，渴乌二，昼夜箭二十一，再在钟鼓楼测量漏水。经过三年，终获通过、采用，前后历时九年。燕肃莲花漏刻遂取代了秤漏（图 2—9）。

皇祐初年，诏舒易简、于渊、周琮等对莲花漏刻进行一次改革。用平水重壶均调水势，使无迟疾，并改 21 箭为 41 箭，所谓平水重壶，就是将原平水壶中间用板隔开，一分为二，并不是用两只平水壶。

沈括漏刻，即熙宁浮漏。其构造为上、下两壶，沈括称为求壶和复壶。复壶中间有隔板将壶分成两半，起到两个壶的作用，因而称为复壶。隔板上有孔；复壶的



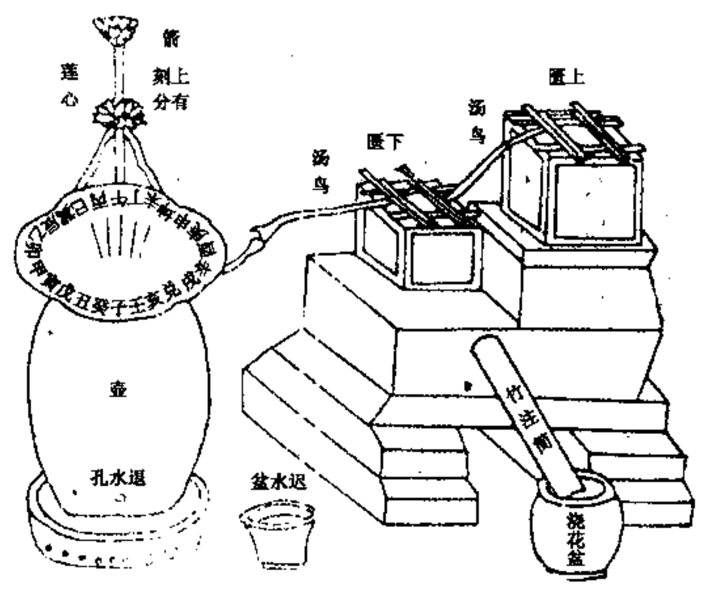


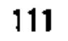
图 2—9 燕肃莲花漏

两半都有分水管把各自高出水面的水排到废壶里，复壶的水引入放箭的箭壶。在出水的龙口里，有一种称为"玉权"的装置，用以控制水流。

沈括从实测上论证了漏壶冬天水流慢、夏天水流快的问题，得出：太阳周年运行的不均性，使一年中各日的时间长度有变化，夏日比平均的百刻要短，冬日要长。《梦溪笔谈》称：①

> 予以理求之，冬至日行速，天运已期，而日未至表，故百刻而有余；夏至日行迟，天运未期，而日已至表，故不及百刻。既得此数，然后复求晷景漏刻，莫不泯合。此古人之所未知也。

韩仲通漏刻。高宗绍兴三十二年，韩仲通访问知天数者吴人祝岷，仿古制，冶铜为莲花漏。其结构、刻箭等均载入《铜壶漏箭制》典籍中。



王普漏刻。绍兴五年前后，王普曾制联合使用式漏刻，结构为一注水壶（求壶），一补偿壶（常平壶），一溢壶，一受水壶（箭壶）、浮箭，一废水壶等。当浮箭升起达到最高时，能阻塞输水的孔隙，用之予两壶下漏之间，能十分有效地使水流有规律。但是否施用，史无详载。

---

① 沈括首次提出真太阳日长度不等，这是很宝贵的。有人认为这是发现时差，尚值得探讨。因产生时差原因有两个，一为地轨为椭圆，二为黄赤交角。联合作用结果：真太阳日在 12 月 23 日前后最长，为 24 小时 30 秒前后，最短在 6 月 13 日前后，为 23 小时 40 秒前后。而每年 11 月 28 日至 1 月 15 日，真太阳日长为 24 小时 20 秒以上；9 月 6 日至 9 月 28 日日长为 23 小时 40 秒。以当时的漏刻水平，要发现时差似不可能。

(二)客星记录

我国历史文献中,有极丰富的客星记录,而在宋朝的客星记事尤多。如真宗景德三年(1006)的周伯星;仁宗至和元年(1054)的天关客星和孝宗淳熙八年(1181)的传舍客星等,都是近代国际上关注的记录资料。

天关客星,就是极负盛名的金牛座超新星爆发。《宋会要辑稿》载:"至和元年五月,晨出东方,守天关,昼见如太白,芒角四出,色赤白,几见二十三日。"这是北宋钦天监对超新星事件的观测记载,爆发时亮度超过金星。国际上称为中国新星;它爆发过程中抛射的气体云,形成了蟹状星云。

该星云于1731年由英国天文爱好者贝维斯首次用小望远镜发现。1921年,美国天文学家对比两批相隔12年的照片,确认该星云在膨胀。1928年测出膨胀速度为每秒1100千米,并推断为900年前爆发。1942年,证认它就是中国宋朝记载的天关客星对应体。1968年发现星云中的射电脉冲星,脉冲周期0.0331秒,接着发现在X、γ和红外波段都有脉冲辐射。目前已公认,脉冲星是快速自转的中子星。

我国其他的客星记录,都为现今国际上射电天文学家采用进行研究。宋代客星记录,见表2—36:



表2—36 宋朝客星记录

原文	公元	史志	年龄	射电源	X源
景德三年四月戊寅,周伯星出氐南骑官西一度,状如半月,有芒角,煌煌然可以鉴物景德三年,司天监言,先四月二日夜初更见大星,色黄,出库楼东,骑官西渐渐光明,测在氐三度	1006年	宋史 宋会要辑稿	970年	PKS1459—41=MSH14—415	4U1458—41
大中祥符四年正月丁丑,客星见南斗魁前	1011年	宋史			
至和元年五月己丑,客星出天关东南,可数寸,岁余稍没	1054年	宋史	900年	3C144	4U0531+21



续表

原文	公元	史志	年龄	射电源	X源
高宗绍兴八年五月,客星守娄	1138年	宋史			
绍兴九年二月壬申,客星守亢	1139年	宋史			
淳熙二年七月辛丑,有星孛于西方,当紫微垣外七公之上,小如荧惑,森然蓬勃,至丙午始消	1175年	宋史			
淳熙八年六月己巳,客星出奎宿,犯传舍星,至明年正月癸酉,凡一百八十五日始灭	1181年	宋史	800年	3C58	
嘉泰三年六月乙卯,客星出东南尾宿,色青白,大如镇星。甲子守尾	1203年	宋史			
嘉定十七年六月乙丑,客星守犯尾宿	1224年	宋史			
绍定三年十一月丁酉,有星孛于天市垣屠肆星之下,明年二月壬午乃消	1230年	宋史			
嘉熙四年七月庚寅,客星出尾宿	1240年	宋史			

(三)恒星观测

宋朝曾进行七次恒星位置观测,借助新制的浑仪,使精度逐渐提高,留下宝贵资料。

1. 太平兴国年间(976—983)的观测

据《玉海》引《国史志》载:"国史前志,止载二十八舍及大角至屏星四十二官;盖天不言,以象示人,而占法不全,何以考灾祥之度?"所谓《国史志》,指仁宗、英宗两朝国史天文志;《国史前志》,则指太祖、太宗、真宗三朝国史的天文志。可见宋初司天监曾用浑仪观测二十八宿及其他星官;但资料今已不可考。

2. 大中祥符三年(1010)观测

据《宋会要》载:"祥符三年七月五日,司天监冬官正韩显符上外官星位去斗、极度数。"韩显符是用他于该年闰二月四日制成、诏徙入龙图阁的新铜候仪观测的。不单测量恒星去极度,而且测量去斗宿度数。斗宿是当时冬至点所在星宿;去斗度数是从冬至点起算的经度;去极度则是类似于纬度的余弧。很可惜,这些资料也已不存。

3. 景祐年间(1034—1037)观测

景祐元年,司天春官正权同判司天监杨惟德及司天监王立等,奉宋仁宗之命,编纂《景祐乾象新书》,书中记有周天星官的入宿和去极度度数。杨惟德是韩显符的学生;《景祐乾象新书》及景祐所测二十八宿宿度及周天星官有关资料,还大体保存于建炎四年(1130)南宋李季所编的《乾象通鉴》书中。据考证,该书刊载周天星341颗,经勘定为《杨惟德星表》,历元为景祐元年。它是《石氏星经》之后,我国现存的第二部恒星位置表。

4. 皇祐年间(1049—1055)观测

测量二十八宿距离及周天恒星。皇祐三年十二月,周琮等研制的黄道浑仪完成。《宋志》载:"皇祐初,日官周琮以新仪测候。"此次观测资料,载于宋两朝天文志。据考证,在183星官中,共有去极、入宿度可查核的恒星360颗,这是我国目前所存明末以前,星数最多的一份星表,其历元为皇祐四年。或称为皇祐星表和周琮星表。

5. 元丰年间(1078—1085)观测

测定二十八宿距度、全天恒星。此次观测,《宋史》不载,但载于《元史》。苏颂于元祐至绍圣初著《新仪象法要》,书中常引用元丰浑仪制作及观测事项,并附全天五幅星图,以及九幅四时昏、旦中星图,给出二分、二至日昏、旦时刻正南方的赤道度数和太阳所在位置。图上共283星官1464颗星。这些恒星的位置及图上所附二十八宿距度数值和昏、旦中星。太阳所在度数,据考证,都是元丰七年的观测。



6. 绍圣二年(1095)观测

复测二十八宿距度。该年对二十八宿的观测资料,现已亡失。据《宋史·天文志》载:"绍圣二年,清台以赤道度数有差,复命考正。惟牛、尾、室、柳四宿与旧法合,其他廿四宿躔度或多或寡。盖天度之不齐,古人特纪其大纲,后世渐趋于精密也。"

7. 崇宁年间(1102—1106)观测

再次测定二十八宿距度。宋徽宗即位后,因《观天历》推算崇宁二年十一月朔失误,遂命姚舜辅撰新历,于崇宁五年制成,即《纪元历》。历中开列新测二十八宿



赤道宿度。这是宋朝最精密的一次恒星位置观测。在此之前,二十八宿的赤道距度只准确到度,但姚舜辅对其作了大胆的改革,实测二十八宿赤道距度,准确到四分之一度;以少(四分之一)、半(四分之二)、太(四分之三)表示,使精度大为提高。北宋共进行七次恒星位置观测,杨惟德的观测平均误差为0.67°,周琮的观测平均误差为0.47°,而姚舜辅观测的平均误差只是0.15°。

(四)历法贡献

北宋168年间,颁行九家历法,南宋152年间,颁行十家历法。

北宋历法的推算,大都仿效唐朝边冈的《崇元历》,只在数据方面略加改换而已。南宋历法,除《统天历》外,其余皆无创造。此为宋朝历法演进的大略。

然而,宋朝历算并非全无可取。其较佳者如周琮《明天历》,取回归年长度为365.2436日,误差为110秒左右,这比唐朝以来大多数历法误差约200秒要小得多。其所取朔望月长度的误差仅为0.2秒,也比唐朝各历误差为0.5秒为佳。至于岁差值,取77.57年差一度,这是古代历法中最佳值之一。对木、火、水三行星的会合周期,分别取:398.885日、779.937日和115.877日,误差也只在1分钟左右。

《明天历》的另一贡献还在于:将传统的历法中一系列天文表格及计算方法公式化。陈美东教授研究得出:《明天历》对日、月、五星中心差,黄赤道宿度差,黄白道宿度差,日食三差,太阳视赤纬,昼夜漏刻长和每日午中晷影长度等九种天文量,都分别以函数式加以计算。其中的太阳中心差算式,继承了唐曹士蔿方法,但精度提高约一倍;月亮和五星的中心差算式,则是周琮首创。《明天历》是历代历法中公式化程度最高的一部历法。

其次应当提到姚舜辅的《纪元历》。姚舜辅创立多组冬至时刻的测定方法。祖冲之曾取冬至前后23至24天之间的晷景,折取其中,而且以日差比课,即以某天正午晷景长与第二天正午晷景长不同的比较,推定冬至时刻。而《纪元历》则将时间拓展,参照自太阳过近点至远点日期实测晷景,取前后景长日变率相等者。核对异同,然后取多数者为定。元朝《授时历》测冬至时刻,每年取五组以上观测数据的折中值,就是继承《纪元历》的方法。《纪元历》之所以受到人们推崇,创立测定精确冬至时刻是其中一个原因。《纪元历》还创立观测金星以定太阳位置的方法。《元史·历志》载:

> 古人欲测躔度所在,必以昏旦夜半中星衡考其所距……晋姜岌首以月食冲验,知日度所在。纪元历复以太白志其相距远近,于昏后明前验定星度,因得日躔。

在南宋,须提及的优秀历法是杨忠辅的《统天历》,它作了两项重要改革:第一,

是废除积年日法，虚立上元甲子，以绍熙五年(1194)甲寅为近距历元；设立气差、闰差等的推算方法。即其上元甲子岁距绍熙五年积3830年；其十一月甲子日与冬至时刻还存在气差；冬至到合朔时刻还存在闰差。以一万二千为日法，也仅是虚设而已；实际并没有使用日法的调剂法则。第二，是设立斗分差127，实际上就是用每一百回归年长度减少一分的法则。他发现回归年日数有古大今小，上推古代或下推将来，须用斗分差来校正。此两项改革，为后来元代《授时历》所采用。

朱文鑫在《历法通志》中对此评价道："杨忠辅始立斗分差，悟岁实有消长……为鲍(澣之)等所攻。然忠辅创造之功，已非宋人所能及。郭守敬师法忠辅，《授时》暗用《统天》，其岁余与《统天》同(回归年为365.2425日)。"清朝历算家梅文鼎说："宋术莫善于纪元，尤莫善于统天。"这是很公允的评价。

南宋时期，数学逐渐进步，用于推算历法的新方法脱颖而出。最为人称道的是秦九韶创立的大衍求一术，施行于《开禧历》的上元积年的推术，十分精彩。

秦九韶青少年时期随父亲移居杭州。其父当时任职工部郎中和秘书少监。工部郎中掌管营建；而秘书省则掌管图书，太史局为其下属机构。因此他有机会向太史局官员学习天文历法。

中算家对一次同余式问题的研究，是适应天文学的需要而产生。最早见于记载的一次同余问题，是《孙子算经》中的物不知数篇章。秦九韶将其结合起来。大衍求一术很可能就是其结晶。但当时太史局官员对此似乎理解甚少。然而秦九韶则为之穷思竭虑。他在大衍求一术的详草最后称："数理精微，不易窥识，穷年致志，感于梦寐，幸而得之，谨不敢隐。"

秦九韶所著《数书九章》，成书于淳祐七年(1247)，卷三有治历演纪，演算《开禧历》的上年积年。在这里，我们来描述上年积年为7848183年的算例。

南宋于嘉定三年(1208)开始颁行鲍澣之撰的《开禧历》。此历以$365\frac{4108}{16900}$日为一回归年，以$29\frac{8967}{16900}$日为一朔望月；日法为16900。因而一回归年有6172608分，称为岁率；一朔望月有499067分，称为朔率。由实测得嘉泰四年(1204)甲子岁，冬至在甲子日子正后11.446154日，十一月平朔在甲子日子正后1.755562日。各以16900乘之，得气定骨为193440分，朔定骨为29669分，冬至在平朔后：193440—29669＝163771分[①]。

天文学以甲子岁，十一月甲子日夜半合朔、冬至为上元。命$60x$为《开禧历》成立之年距上元年数，即"积算"。因上元与本年俱为甲子，故年数为60的倍数。命

① 此值称为闰泛骨，加上朔率后称闰余，其值为662838。



y 为上元十一月甲子至本年冬至甲子日整纪数(60 日为一纪)，z 为上元至本年冬至整月数。依题意，得：

$$\frac{6172608}{16900}\times 60x \equiv 60y+\frac{193440}{16900} \quad (1)$$

$$\equiv\frac{499067}{16900}z+\frac{163771}{16900} \quad (2)$$

由(1)式，约分、通分得：

$$118704x\equiv 325y+62$$

$$[79(\text{mod}325)]x\equiv 62(\text{mod}325)$$

$$79x\equiv 62(\text{mod}325)$$

式中 325 称为蔀率，79 为奇率。以 79 与 325 用大衍求一术推算乘率，为 144①。因得：

$$x\equiv 144\times 62(\text{mod}325)$$

$$\equiv 153(\text{mod}325)$$

从而：

$$60x\equiv 153\times 60(\text{mod}19500)$$

$$\equiv 9180(\text{mod}19500) \quad (3)$$

9180 称为入元岁，19500 称为气元率。将(3)式代入(2)式得：

$$\frac{6172608}{16900}\times[9180(\text{mod}19500)]\equiv\frac{499067}{16900}z+\frac{163771}{16900} \quad (4)$$

又因：

$$6172608\equiv 499067\times 12+183804$$

$$183804\times 9180\equiv 474260(\text{mod}499067)$$

$$183804\times 19500\equiv 377873(\text{mod}499067)$$

将各数代入(4)式，化简后得：

$$474260(\text{mod}377873)\equiv 163771(\text{mod}499067)$$

$$0(\text{mod}377873)\equiv 188578(\text{mod}499067)$$

式内 188578 称为闰缩。命 p 为整数，则上式可化成：

$$377873p\equiv 188578(\text{mod}499067)$$

此结果的导得，过程较繁，详见后面附录。

运算至此，还须再由 377873 和 499067 求乘率，得到 457999。这步求乘率的推演过程，亦不容易，可详见后面附录。

因得：

$$p\equiv 188578\times 457999(\text{mod}499067)$$

① 详见后面附录三乘率 k_i 的求法。



$$p \equiv 402 (\mathrm{mod} 499067)$$

故由(3)式得到：

$$60x = 9180 + 402 \times 19500 = 7848180$$

因而，上元至开禧三年积年为 $7848180 + 3 = 7848183$

合问

大衍求一术，用途甚广；在历算之外的运算，亦显出其优越性。欧洲在18世纪以后，欧拉和高斯等数学家，才对一次同余组进行研究，重新导得中算家获得的定理。欧洲数学家盛赞秦九韶是“最幸运的天才”。

(五)宋朝对天文机构的管理

宋初对天文机构的管理极为严格。太平兴国元年(976)十一月，命诸州大索天文术数人送阙下，匿者论死；太平兴国二年十二月，试诸州所送天文、术士隶司天台，无取者黥配海岛。真宗景德元年正月，诏民间天象器物、谶候禁书，并纳所司焚之，匿不言者死。及至仁宗至和元年十二月，诏司天监天文算术官，毋得出入臣僚家。神宗熙宁四年二月，诏民间不得造私历。及至南宋，高宗建炎元年五月，诏今后如有太阳、太阴、五星躔度、凌犯或非泛星云气候等，所主休咎灾福，令太史局翰林天文局依经书，实具闻奏，如隐蔽，当从罪，等等。

对太史局官员的要求亦极严厉。《宋史·方技传》载：“王熙元，开宝中补司天历算。端拱初改监丞。景德中，同判监事，后又授司天少监。及至真宗大中祥符二年，玉清昭应宫落成，以祗事之勤授司天监。但因坐择日差谬，降为少监。”

再如，史载：“神宗元丰中，苏颂使辽国，适会冬至，辽历先一日，趋使者入贺。辽国不禁天人术数之学，往往皆精。其实辽国历法正确，然势不可从。子容乃为之泛论历学，辽人莫能测，无不耸听。即徐曰：亦未足深较，但差一刻即一刻尔，以半夜子论之，多一刻即为今日，少一刻即为明日，此盖失之多尔。辽不能遽折，遂从。归奏，神宗大喜，即问二历孰是？苏以实言，太史坐罚金。”

南宋，基本上奉行北宋政策。史载：“乾道六年(1170)秘书省言，灵台郎宋允恭，国学生林永叔，草泽祝斌、黄梦得、吴时举、陈彦健等各推算日食时刻，分数异同。乃诏谏议大夫姚宪，监李继宗等测验五月朔日食。宪奏时刻、分数皆差舛；继宗、吴泽、荆大声削降有差。”

“嘉泰二年(1202)五月朔，日食，太史以为午正，草泽赵大猷言午初三刻半，日食三分。诏令著作郎张嗣古监测；大猷言然，而历官乃抵罪。”

“淳熙十年(1183)十月十三日，尚书省言：十一年甲辰岁历书内有错字。诏：李继宗放罢，吴泽、荆大声、刘孝荣各特降一官；令临安府根追书写及雕字人各一名，



从杖一百科罪。"

宋朝,在选拔天文人才方面,开始亦相当严格,确实起到选贤择能的作用,然而到了南宋就走下坡路了。在这里略加叙述,以见其趋势。

史载:"太平兴国二年,试天下术士,张思训、韩显符以推步见长录取,后来发挥卓越作用。六年,召司天台学生郑昭晏、石昌裔、徐旦、史序、宋守吉等五人试于殿前,并授司天台主簿。""宋真宗景德二年(1005)六月诏:灵台列职,历代选能,宜设等差,用申甄别。今后司天监考试,合格人详比优劣。四年六月,以进士祝庶几为司天台郎;十一月,以益州习天文人杨皞为司天台郎,皆召赴司天监,试历术而命焉。"

从以上看来,选拔是认真严密的。但是,由熙宁年间沈括主持司天监,曾"招募天下太史占书、杂用士人,分方技科为五,后皆施用"这一事实看来,似乎有宽松的痕迹。

到了南宋,由于战争纷乱,人才散失,北宋时期的做法很难维持。绍兴二年,《纪元历》亡,星翁佚散,高宗以重金方为购得。绍兴三年十一月,曾招募草泽投试,至绍兴十年共八年间,外人惧见试法,且待遇微薄,竟无人投试。同年夏,又再下诏访求逸历书及精于星历者。绍兴十四年,太史局请制浑仪,无通晓者,工部员外郎谢伋言:"宜先谒访制度.敷求通晓天文历数之学者,参订是非。"可见人才之缺少。

孝宗淳熙十三年,有谏议大夫蒋继周言,试用民间有知星历者,遴选提领官,以重其事,孝宗曰:朝士鲜知星历者,不必专领。乃诏有通天文历算者,所在军州以闻。

宁宗嘉泰元年(1201)三月,再次诏求明历之士。

看来,限制性进一步宽松了。这是由于战乱导致科技包括天文事业暂时衰落的必然趋势。



(六)南宋的民间历算家

南宋时期,由于司天监人员才识浅薄,历算水平反而不及民间历算家;司天监历算工作处于困难境界。幸好这个特殊年代造就了民间历算工作者这支力量,他们同司天监历法家开展历算论证,使历法不断改革,推动南宋历算工作。司天监或太史局不得不借助这些力量,甚至朝廷颁行的历法,亦聘请民间历算家加以评论和核验。

南宋的民间历算家,其佼佼者当推陈得一。史载:"绍兴五年,日官言,正月朔旦,日食九分半,亏在辰正。常州布衣陈得一言,当食八分半,亏在巳初;其言卒验。侍御史张致远言,今岁正月朔日食,太史所定不验,得一曾为臣言,皆有依据。得一于岁旦日食,曾预言之,不差毫刻。愿诏得一改造新历,委官专董其事;仍尽取其书,参校太史有无,以补遗漏;择历算子弟粗通了者,授演撰之要,庶几日官无旷,历法不绝。二月丙子,诏秘书少监朱震,即秘书省监视得一改造新历。八月,陈得一

与裴伯寿共撰历成，震请赐名《统元》；从之。”诏翰林学士孙近为序，以六年颁行。

《统元历》虽颁行，太史局官员不善用，暗用《纪元历》推步。乾道二年(1166)，日官以《纪元历》推算三年丁亥岁十一月甲子朔，将颁行。裴伯寿诣礼部陈《统元历》当作乙丑朔，于是，依《统元历》改正。裴伯寿乃精于历算的道士。

乾道三年，常州人士刘孝荣造《七曜细行历》，虽未正式颁行，但自谓精密。推算乾道四年二月望月食九分以上，出地，其光复满。伯寿指出：当食既出地，生光在戌初二刻，复满在戌正三刻。当时诏国子司业权礼部侍郎程大昌、监察御史张敦实监太史局验。四年二月十四日丁未望，月食生光、复满，如伯寿言。

乾道五年，颁行刘孝荣撰的《乾道历》。不久裴伯寿指出：其行历交食不验，乃由于没有景表实测之故。而且，此历出于五代民间《万分历》，朔余太强，明历的历算家都不采用。但刘孝荣乃三因万分小历，以三万为日法，又觉得朔余太强，遂减其分，而增设立秒，不入历格。

前古至宋各历，朔余都无秒。因而裴伯寿称：“制历不经实测，只凭增或减数字，当然有差。”

其后，刘孝荣又撰《淳熙历》和《会元历》。后者颁行于绍熙二年(1191)；两年后布衣王孝礼指出：“这年十一月冬至，日景表当在十九日壬午，《会元历》乃在二十日癸未，系差一日”，其原因皆“未实测景，苟弗不表测景，莫识其差，乞遣官令太史局以铜表同孝礼测验。”

于是，导致朝廷诏杨忠辅造《统天历》，于庆元五年(1199)颁行。虽此历预报嘉泰二年(1202)五月甲辰朔日食，诏太史局集草泽验于朝，《统天历》计算先天一辰有半，不准。但这并不掩盖此历在其他方面的优点。于是，又诏草泽通晓历算者应聘修历；由鲍澣之组织民间历算家及曾参与《统天历》的历算家共同编制，名《开禧历》，于开禧三年制成，次年颁行。但不久，婺州布衣阮泰发指出《开禧历》有差。

淳祐四年，兼崇政殿说书韩祥请召山林布衣造新历，从之。淳祐十年，由李德卿编成《淳祐历》，于两年后颁行。然而，因改历频繁，顾此失彼，互相矛盾。当时殿中侍御史陈垓言：“历者，天地之大纪，国家之大事。今淳祐十年冬所颁十一年历，称成永祥等依《开禧历》新历推算，辛亥十二月十七日立春，在酉正一刻，今所颁历乃相师尧等依淳祐新历推算，到壬子岁立春日在申正三刻。质诸前历，乃差六刻，以此颁行天下，岂不贻笑四方。”

由此可见当时历法的混乱。然而，亦可见到其中民间历算家所起的作用。《宋史·天文志》称：“宁宗庆元四年九月，太史言月食于昼，草泽上书言食于夜，及验视，如草泽言。乃更造《统天历》；以是推之，民间天文之学盖有精于太史者，则太宗召试之法岂徒哉！”



这似乎是历史性的评价。

第十二节　辽代的天文机构

唐末时期，我国东北地区的契丹族领袖耶律阿保机创立契丹国，神册元年(916)称帝，两年后建都于皇都(今内蒙古巴林右旗附近)。辽太宗耶律德光于大同元年(947)灭后晋，建国号为大辽。辽圣宗统和二年(984)又改国号为契丹，建中京(今内蒙古宁城)。辽道宗咸雍二年(1066)又复称大辽。天祚帝保大五年(1125)为金所灭；传九帝，统治210年。

一、辽代的天文机构概述

辽代的天文机构，史籍记载不详。

契丹旧俗，事简职专，官制朴实。辽太祖神册六年，诏正班爵。至辽太宗，兼制中国，官分南、北；以国制治契丹，以汉制待汉人。官制分北院和南院：北面治宫帐、部族、属国之政；南面治汉人州县、租赋、军马之事。

《辽史·百官志》中“南面朝官”称：“辽有北面朝官员；既得燕代十有六州，乃用唐制，复设南面三省、六部、台、院、寺、监、诸卫、东宫之官。诚有志帝王之威制，亦以招徕中国之人也。”

司天监有太史令，有司历、灵台郎、挈壶正、五官正、丞、主簿、五官灵台郎、保章正、司历、监候、司辰、刻漏博士、典钟、典鼓。

按辽代制度，皇帝出行时，卤簿仪仗人数为4239人，马匹1520匹；其中有漏刻生2人，司天监1人，司辰1人，令史1人。由此可见司天监已初具规模。

辽代有候台，可能甚为简陋，今已无从考证。至于司天监建制，史籍见缺，亦无从详辑，只列穆宗、圣宗、道宗三年代而已(表2—37)。

表2—37　辽代天文机构表

年　代	司天官员	备注
穆　宗 951—968	王白　李正	
圣　宗 983—1030	赵宗德　齐泰　王守平　邵祺　阎梅	
道　宗 1055—1100	孔致和	

二、辽代的历法及其贡献

辽以幽、燕立国，制度规模日渐完备；授历颁朔二百年。大同元年，辽太宗自晋汴京收百司僚伎术历象，迁于中京，辽始有历法。

后梁、后唐仍用唐《景福崇元历》。后晋天福四年(939)，司天监马重绩造《调元历》，这是辽太宗从汴京所得的历法。自世宗天禄元年(947)施行至圣宗统和十二年(994)。穆宗应历十一年(961)，司天王白、李正等进历法，实质上仍是《调元历》。及至圣宗统和十二年，可汗州刺史贾俊进新历《大明历》；但不知此历本后来为何散失。《辽史·律历志》中照录《宋书》所载的祖冲之《大明历》全文，以为辽颁行的是五百年前的祖冲之历法。这是编撰《辽史》人们的失误。

综观辽代，始用《调元历》，后用《大明历》。至穆宗应历六年，周边国家如：后周行用《显德钦天历》；应历十四年，宋用《建隆应天历》。辽景宗乾亨四年(982)，宋行用《乾元历》。辽圣宗统和十九年，宋行用《仪天历》；太平三年(1023)，宋行用《崇天历》。辽道宗清宁十年，宋行用《明天历》；大康元年(1075)，宋行用《奉元历》；大安七年(1091)，宋行用《观天历》。辽天祚帝乾统六年(1106)，宋行用《纪元历》。历法不齐，其置闰进退加减各异。于是，辽历算家耶律俨编撰《闰考》，载于《辽史·历象志》。这是其贡献之一。

又因为辽初用《调元历》，本来是何承天《元嘉历》的衍脉；何承天推算日食晦朔，一章必七闰。而后来用《大明历》，此历继承祖冲之《大明历》法则：日食必在朔，或四年一闰。用《调元历》，则与五代的汉、周多同；用《大明历》，则其中有的与宋朝颁用历法有异，导致两国使者叙事闰朔多不相同。因而耶律俨订正各国采用的历法，作《朔考》，亦载《辽史·历象志》。此为贡献之二。



三、辽代的漏刻仪象

辽代，至目前尚未发现，有漏刻研制。据《辽史》载："太宗大同元年，得后晋历象、漏刻、浑象。""二月，始建大辽。三月，晋诸司僚吏、嫔御、宦寺、方技、百工、图籍、历象、石经、铜人、明堂刻漏、太常乐谱、诸宫县、卤簿、法物及仪仗，悉送上京。"

从以上史册记载文义看来，漏刻、浑象，多系后晋年间所制，运至中京后多已折损，可能经过调整、维修继续使用，并未见有新制的迹象。

第十三节　金代的天文机构

金代为女真族完颜部领袖阿骨打于宋政和五年(1115)所创，建都会宁(今黑龙江阿城南)。金太宗天会三年(1125)灭辽，次年灭北宋，先后迁都于中都(今北京)、



开封。金与南宋对峙,是统治中国北部的一个王朝。天兴三年(1234)在蒙古和宋联合进攻下灭亡,共历九帝,120年。

一、金代的天文机构

金代比辽代在科技、经济、文化方面略有进步,天文机构也较为完备。北宋靖康六年(1126),金攻陷开封,把汴京的天文仪象移至中都太史局候台。据考证:金中都大体以辽南京城为中心,向四面扩展而成。今北京广安门约位于金中都城的中轴线稍偏北之处,中都东半城大部分和明清时期的北京外城西部地域相重叠。如果以天子祭天于西郊的古礼规定,并参考历代都城规划惯例推断,辽、金两代的候台应设在南城,很可能在现今法源寺附近。

这里有一个前提,即认为古代司天与祭天场所关系密切;观象台由祭坛逐渐演变而成。

北京之有观象司天台,可以说是从金代开始。因史料缺乏,无法确切考证候台地址。另有史家考证认为:金代统治者占领北方之后,袭宋之旧制,立太史局,设候台,此台地址在今北京市宣武区白云观附近。宋靖康二年,金把掠夺于开封候台的主要天文仪器都搬到这里。明人朱彝尊所著《日下旧闻》中引用元人吴师道的城外纪游诗:

城南靡靡度阡陌,疏柳掩映连枯荷。
清台突兀出天半,金光耀目如新磨。
玑衡遗址此其的,众环倚值森交柯。
细书深刻皇祐字,观者叹息争摩挲。
司天贵重幸不毁,回首荆棘悲铜驼。

皇祐为宋仁宗年号之一,当时曾命日官舒易简、于渊、周琮等铸造黄道浑仪,并安设于翰林候台。吴师道的诗句为金候台建立的渊源和方位,提出了可靠的依据。

这就是对金代候台的两种论证,到底是否准确,至今尚无结论,在此暂为存疑,有待此后探索。

然而,从金史记载来看,金代在中都设太史局,建司天台。

《金史·百官志》载:

司天台,提点,正五品。监,从五品,掌天文历数、风云气色,密以奏闻。

少监,从六品。判官,从八品。教授,旧设二员,正大初省一员。系籍学生七十六人,汉人五十人,女真二十六人,试补长行。

司天管勾,从九品。不限资考、员数,随科十人设一员,以艺业尤精者充。

长行人五十人。未授职事者,试补管勾。

天文科，女真、汉人各六人。

算历科，八人。三式科，四人。

测验科，八人。漏刻科，二十五人。

金制，司天台属秘书监。但据《金史·百官志》，又有司天翰林官建制；似乎承袭宋朝翰林天文院的体制而更为完备，品秩和职掌相当明确。其旧制品秩自从七品而下止五阶，至熙宗天眷元年(1138)定制，自从四品而下，为十一阶(表2—38)：

从四品上曰钦象大夫，中曰正仪大夫，下曰钦授大夫；

正五品上曰灵宪大夫，中曰明时大夫，下曰颁朔大夫；

从五品上曰云纪大夫，中曰协纪大夫，下曰保章大夫；

正六品上曰纪和大夫，下曰司玄大夫；

从六品上曰探赜郎，下曰授时郎；

正七品上曰究微郎，下曰灵台郎；

从七品上曰明纬郎，下曰候仪郎；

正八品上曰推策郎，下曰司正郎；

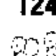
从八品上曰校景郎，下曰平秩郎；

正九品上曰正纪郎，下曰挈壶郎；

从九品上曰司历郎，下曰司辰郎。

表2—38 金代天文机构表

年代	司天	司天提点	人员建制及品秩	主要工作	备注
太祖 1115—1122					
太宗 1123—1134	杨级		司天，四品 1人 提点，正五品 1人 监，从五品 1人 少监，从六品 1人 判官，从八品 1人 教授 2人 司天管勾，从九品 长行 50人 天文科，女真 6人 汉 6人 算历科 8人 三式科 4人 测验科 8人 漏刻科 25人 学员 女真 26人 汉 50人	掌天文历数，风云气色	随科十人设一员，未授职事者，试补管勾 补试长行



续表

年　代	司天	司天提点	人员建制及品秩	主要工作	备注
熙　宗 1135—1148					
海陵王 1149—1160	卢　玑	马贵中			
世　宗 1161—1189	张友直 赵知微				
章　宗 1190—1208	刘道用	张行简	司天长行　张翼 彭徽		
卫绍王 1209—1213	李天惠	杨云翼 张正之			
宣　宗 1213—1223	夹　谷 德　王	赵秉文 郝世才	司天管勾　武祯		
哀　宗 1224—1234	武　亢				教授减为1人

二、司天监官员俸给

金代司天监官员俸给列于下(表2—39):

表2—39　金代司天监官员俸给表

名称	品秩	钱粟(贯石)	面、米、麦(称石)	春秋衣罗绫(匹)	绢(匹)	绵(两)
司天	四品	40	10	各6	30	130
提点	正五品	35	8	各5	25	100
监	从五品	30	6	各5	20	80
少监	从六品	22	麦5		17	70
判官	从八品	13	麦3		衣、绢各7	40
司天管勾	从九品	10	麦2		衣、绢各5	30
司天科人	四品	12				
司天科人	五品	10				
司天科人	六品	9				
司天科人	八品	7				
司天科人	九品	6				
教授		10				
学生		钱3贯	米五斗			

三、金代的历法仪象贡献

金太宗天会五年(1127),司天杨级开始撰《大明历》,十五年春正月颁行。据考证,该历法参考了宋《纪元历》,把数据稍加增损。海陵王正隆三年(1158年)三月朔,司天台预报有日食,但没有发生,推算不准。世宗大定十三年(1173)五月朔的日食,十四年十一月朔的日食,加时都先天;十七年九月朔的日食又后天;从此占候渐差。于是命司天监赵知微修订《大明历》,至二十一年历成。同年,翰林应奉耶律履亦造《乙未历》。恰好这年十一月望,月食;命尚书省礼部员外郎任忠杰与司天历官验时刻,比较赵知微、耶律履与当时行用的历法,结果赵知微历法密近,遂为采用,施行至金末元初。

赵知微在修订历法时,几乎完全套用杨级的《大明历》,其计算方法和日、月、五星的运动周期一点没有改变,仅修改推算历日的上元积年、气差、闰差、转差、较差等,使之更合天象。其上元积年距大定二十年庚子积数88639656岁,但其十一月朔夜半距冬至时刻仍存在气差;冬至和十一月平朔仍存在闰差;冬至和月球过近地点时刻与交点时刻也存在转差和交差。这一方法为元代《授时历》所采用。

金代对司天监人员的管理也很严格。《金史》载:

> 金章宗年间,司天台刘道用曾撰新历,诏学士院更定历名。当时礼部郎中张行简奏,需复校测验,等月食无差,然后赐名;于是,又诏翰林学士党怀英等复校,验三处有错:明昌三年(1192)不置闰,即以闰月为三月;同年四月十六日夜月食,时刻不同;又明昌二年十二月十四日,金、木星俱在危十三度,道用历推算在十三日,差一日。指出道用不曾考验古今所记,比证事迹,草率上进,历不可用。建议道用当徒一年收赎,长行彭徽等四人各杖八十罢去。

在仪象方面,金攻破开封时,把汴京天文仪象运到中都,仪象的天轮赤道牙距拨轮、悬象、钟鼓、司辰、刻报、天池水壶等器久皆弃废,只有铜浑仪置于太史局候台。但自汴京至燕京,相去一千余里,纬度不同,望筒中极星不同,移下四度才得看到。章宗明昌六年秋八月,风雨大作,雷电震击,龙卷风冲荡,候台中裂,浑仪跌下,经修理复置台上。宣宗贞祐二年(1214)为避蒙古军之锋,由中都迁都开封,史称贞祐南渡,把浑仪熔铸成物,其余遗弃。宣宗兴定年间(1217—1221),司天台以没有浑仪和测候人数不足,提出再铸仪象、增添生员。宣宗召礼部尚书杨云翼,云翼称:“国家向来铜禁甚严,如制浑仪,恐材料不够;目前国力不足,未可实行。”于是只添测候生员,铸浑仪事情,也就没有实行。

金代对仪器有所贡献的是:礼部尚书、提点司天监张行简曾制造莲花、星丸两



漏刻。金章宗把莲花漏刻放在皇宫中，星丸漏刻则在车辇出巡时使用。贞祐南渡，两漏刻都迁于开封，蒙古灭金时毁废。

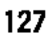
综上所述，辽、金两代先后都使用当时中原地区汉族通行的历法，并逐步发展为自行编算历法。这些历法各有独到之处。如赵知微的《重修大明历》黄、赤交角为23.9古度，化成今度为23°33′23″3，而理论推算值则为23°32′44″3，相当接近。其采用的月亮运动周期：朔望月29.530593日，近点月27.554609日，交点月27.212225日等，是我国古历中较为精确的值。这说明辽、金两代对我国北方地区的天文历法发展起一定推动作用。

第十四节 西夏的天文机构

西夏，也称大夏，其先人为党项族。党项人正式有自己的政权，应该从公元881年算起。党项平夏部首领拓跋思恭，因平黄巢起义有功，唐赐姓李，封为夏州节度使、夏国公。夏州后来实际上成为一个中央王朝无力控制的割据政权。宋朝对其后裔赐姓赵，传至元昊，于1031年举兵反宋，1038年称帝，国号夏，史称西夏，据有今内蒙古、宁夏及甘肃部分地区共14州，建都兴庆(今银川)，立国近200年，共传10帝。

一、西夏的天文历法

《隋书》、《北史》及新旧《唐书》载："早期党项人不知历法。"《隋书·党项传》称："党项候草木以记岁时。"《旧唐书·党项传》载："五月草始生，八月霜雪降。"《宋会要辑稿》称："党项人并定以十二月为岁首。"《西夏记事》卷九载："西夏自保吉肆扰，羌戎不知正朔几二十年。"



然而，必须这样理解：在夏州政权时，唐中央向周边属国、节镇颁赐历书是例行恩礼，唐历完全可能传入党项部落。至于赵保吉(即李继迁)于公元986年反宋以前，羌戎是知正朔的。宋王朝在太祖、太宗时就给夏州政权颁赐过历书。

及至李继迁死，子德明继位。宋、夏双方恢复正常交往，德明于宋景德四年(1007)十月，向宋请历，真宗将新制《仪天历》颁赐，才开始有党项使用历法的记载。宋乾兴元年(1022)，再颁赐《仪天具注历》。赵元昊称帝后，于天授礼法延祚八年(1045)十月，实行宋天圣九年(1031)撰的《崇天历》，这显然也是宋的颁赐。西夏惠宗大安十一年(1085)，宋哲宗又以《奉天历》颁赐李秉常(惠宗)。宋每年孟冬将下一年历法颁赐西夏，定为常例。一直到南宋绍兴二年(西夏崇宗正德六年，1132)，

由于李乾顺依附金代日久，宋王朝才不再颁历，西夏也停止施用宋历。因而，从唐末五代，一直到南宋初200多年间，西夏一直通用汉历。

据文献记载，西夏也有自己的历法。《西夏记事》卷十八载："曩霄(元昊)称帝，自为历行于国中。"可知，在其国家成立初期，已创制历法。在宋、西夏交战及南宋时期，辽、金也不赐历，这段时期，就行用本国西夏历。

1971年在甘肃武威出土了西夏历书残页，残历只存七至十二月。根据闰十一月和每个月朔日的干支，可推知这是夏仁宗人庆二年(南宋绍兴十五年，1145)的日历，这正是宋停止颁历之后的夏历。从残页历书看干支朔闰，西夏历主要受宋历的影响，同时也受藏历的影响。

二、西夏的天文机构

从文献看来，在李继迁时代，西夏的天文机构似乎还没有建立起来。他自太平兴国七年起兵反宋以来，一直没有稳固根据地。可以推断，在这时期，西夏还没有设置专门的天文机构。

到了德明时期，宋夏议和，西夏文化得以发展，并暗中筹建自己的国家。德明本人晓通天文，其国家天文机构很可能在这时期建立。

元昊称帝建国，开始正式设立各种政府机构。在仿效宋朝政府机构的基础上，又有所改进。如宋中央有二十四司之设，元昊则改为十六司。至于天文机构，也与宋的互有异同。宋在元丰以前，国家天文机构是司天监；元丰以后，改为太史局。西夏的天文机构至少有三种：一是司天监，此记载见于《西夏书事》一书；二是大恒历院，可见于《蕃汉合时掌中珠》一书；三是史卜院。大恒历院又称大恒历司。

司天监的官品缺乏文献可考。大恒历司及史卜院的官阶为三品，职掌为天文历法和占卜。西夏天文机构人员的称号有大恒历司正、司天、太史、日者、占者、术者。

这说明西夏的天文机构已达到一定的规模。

三、西夏天文历法贡献

《西夏书事》中保存许多西夏司天人员记录的天象观测资料，其中有一些天象，为宋、辽、金司天监所缺漏；而有一些记录，则较宋、金司天记载为详。由此可见其观测惟勤，记录求精。现摘录于下(表2—40)：



表 2—40 西夏天象记录表(部分)

时期		天象记录	备注
982 年	二月	月犯井、鬼,掩鬼之西南星,入东井	比宋志详细
1020 年	四月	两月并出,见西南方	与宋志不同
1030 年	九月	火星入南斗,西州谣言:火星入南斗,天子下堂走	宋志无
1034 年	正月	填星犯舆鬼,占者云:大臣有变	与宋志不同
1035 年	正月	太白犯填星,在舆鬼	比宋志详细
1040 年	正月朔	日有食之,日西先有一珥,杨守素曰:此吾军胜象也	宋志无
1048 年	正月朔	日赤无光,元旦行朝贺仪,群臣相顾失色	与宋志不同
1064 年	二月	黑云贯东井,起西北方,长五丈许	宋志无
1088 年	正月	太白昼见,司天言:不利用兵	宋志无
1089 年	三月	月入东井,犯西扇北第二星,群臣以国家用兵过多,请息民力	宋志无
1098 年	十二月	月犯东井,犯西扇北第二星,太史奏:主兵丧	宋志无
1112 年	六月朔	白虹贯日,乾顺(崇宗)命群臣直言	宋志无
1137 年	四月	太白入东井,与荧惑合	宋、金志皆无
1139 年	正月	太白,荧惑合于井,司天谓:不利用兵	宋、金志皆无
1144 年	九月	彗星见,改元。星见坤宫,五十余日而没	宋、金志皆无
1145 年	六月朔	日食于井,仁宗下诏求直言	比金志详细
1217 年	九月	月犯东井西扇北第二星	比金志详细
1224 年	六月	太白昼见,与日争明,德旺(献宗)求直言	与宋志不同
1227 年	六月	太白入东井,地大震,宫室多坏,王城夜霾	比金志详细

西夏天文历法,除了与汉、藏历互有影响之外,与西域天文学亦存在互为渗透的痕迹。在西夏文献中多处见到“十一曜”和“九曜”的术语。前者即指日、月、五星,再加罗睺、计都、紫炁(气)和月孛。在汉历中,一般无后者四曜;此四曜在历学中称为“四余”。

唐朝《九执历》(印度历法)传入我国。《九执历》中所指九曜,即日、月、五星七曜和罗睺、计都两曜。罗睺、计都乃从梵文音译,是指白道与黄道的两交点,升交点为罗睺,降交点为计都。唐末又传入聿斯经,称用“十一曜”推算历法。紫炁指一假想天体,每日行二十八分之一度,天文学上意义不大。而月孛,则指月亮轨道近地点。

西夏历法中的“十一曜”和“九曜”的概念，显然是受唐《九执历》的影响。可见其历法内容比较丰富，可惜文献不全，无法得其全貌。如能全部求得，或许不比辽、金历法逊色。

第十五节　元朝的天文机构

元帝国在1279年灭南宋，统一中国，社会秩序得到相应调整，经济、科技文化有所推进，天文历算工作亦得到发展。开始设立司天台、司天监；继承宋、辽、金的历法，又成立回回天文台，延聘西域天文历算家，开创我国回回历之始。而且大力起用汉族天文历算家，采纳他们的建议，兴建规模宏大的太史院及天文观象台。为制订新历法，研制很多性质优良的天文仪象，取得比前代更为准确的观测数据。鉴于领土广阔，历法颁行于四方，必须测量全国主要地点纬度，以适用于当地晨昏昼夜时刻，因而开展波澜壮阔的“四海测验”，终于产生了优秀的《授时历》。可以说，元朝初期建立起来的发展天文历算的优越环境，比起唐、宋有过之而无不及。

一、人员建制与职掌分工

元世祖忽必烈于中统元年(1260)在开平①称帝，至元八年(1271)始正式称国号为大元。然而，在元太宗(窝阔台)八年(1236)三月，已诏令在和林城复修孔子庙及司天台，这似乎表示封建时代创业者对天文历算的重视。中统元年，元世祖在开平置司天台(汉司天台)；四年五月升开平为上都。至元元年八月，改燕京为中都，并迁都于此；八年，又在上都置回回司天台。设官属，以上都“丞应”阙官，增置行司天监。

至元十三年，为改撰新历法需要，设太史局。再经三年之后，改称太史院，并建立司天台，这就是对应于上都的回回司天台的大都南司天台，而前者史称北司天台。南、北司天台，遥相呼应，气派何等恢宏，可称极一时之盛。至元二十三年，大都置行司天监。仁宗延祐元年(1314)升司天台为司天监。于是，元朝的中国与西域天文学交融的机构格局，奠定了宏规。

(一)司天监、回回司天监和太史院

我们来叙述元朝天文机构的建制和品秩。《元史·百官志·六》载：

司天监，秩正四品。掌凡历象之事。提点一员，正四品；司天监三员，

---

① 今内蒙古正蓝旗境内。



正四品;少监五员,正五品;丞四员,正六品;知事一员,令史二人,译史一人,通事兼知印一人。属官:提学二员,教授二员,并从九品;学正二员,天文科管勾二员,算历科管勾二员,三式科管勾二员,测验科管勾二员,漏刻科管勾二员,并从九品;阴阳管勾一员,押宿官二员,司辰官八员,天文生七十五人。中统元年,因金人旧制,立司天台,设官属。至元八年,以上都承应阙官,增置行司天监。十五年,别置太史院,与台并立,颁历之政归院,学校之设隶台。二十三年,置行监。二十七年,又立行少监。皇庆元年,升正四品,延祐元年,特升正三品[①]。七年,仍正四品。

对回回司天监,《元史·百官志·六》载:

回回司天监,秩正四品,掌观象衍历。提点一员,司天监三员,少监二员,监丞二员,品秩同上;知事一员,令史二员,通事兼知印一人,奏差一人。属官:教授一员,天文科管勾一员,算历科管勾一员,三式科管勾一员,测验科管勾一员,漏刻科管勾一员,阴阳人一十八人。世祖在潜邸时,有旨征回回为星学者,扎马剌丁等以其艺进,未有官署。至元八年,始置司天台,秩从五品。十七年,置行监。皇庆元年,改为监,秩正四品。延祐元年,升正三品,置司天监。二年,命秘书卿提调监事。四年,复正四品。

至于太史院,成立较晚,但体制更为齐全,人才荟萃、俊彩星驰。《元史·百官志·四》载:

太史院,秩正二品。掌天文历数之事。至元十五年,始立院,置太史令等官七员。至大元年,升从二品,设官十员。延祐三年,升正二品,设官十五员。后定置院使五员,正二品,同知二员,正三品;佥院二员,从三品;同佥二员,正四品;院判二员,正五品;经历一员,从五品;都事一员,从七品;管勾一员,从九品;令史三人,译史一人,知印二人,通事一人,宣使二人,典吏二人。

春官正兼夏官正一员,正五品。

秋官正兼冬官[正]中官正一员,正五品。

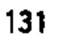
保章正五员,正七品。

保章副五员,正八品。

掌历二员,正八品。

腹里[②]印历管勾一员,从九品。

各省司历十二员,正九品。



---

① 《新元史》,柯劭忞著,中国书店,1988年第309页载:"延祐元年,改司天台为司天监。"

② 元朝中书省直辖区的别称。

印历管勾二员，从九品。

灵台郎一员，正七品。

监候六员，从八品。

副监候六员，正九品。

星历生四十四员。

挈壶正一员，从八品。

司辰郎二员，正九品。

灯漏直长一人。

教授一员，从八品。

学正一员，从九品。

校书郎二员，正八品。

（二）司天散官的建制

元朝还有司天散官的建制。所谓散官，是指有官名而无固定职事的官，属荣誉职务。此体制可追溯到汉朝，朝廷对望高重臣，于本官之外加赐名号，而实无官守。魏、晋、南北朝继承这种体制。隋朝开始定散官制度，唐、宋、金等沿袭，元朝亦因循。《元史·百官志·七》载：

司天散官一十四：

钦象大夫，从三品。

明时大夫，颁朔大夫，以上正四品。

保章大夫，从四品。

司玄大夫，正五品。

授时郎，从五品。

灵台郎，正六品。

候仪郎，从六品。

司正郎，正七品。

平秩郎，从七品。

正纪郎，挈壶郎，以上正八品。

司历郎，司辰郎，以上从八品。

（三）司天台、司天监、太史院的沿革

至元九年(1272)十一月，设秘书监。十年闰六月，奉圣旨：回回、汉两个司天台由秘书监管辖；十月，又奉圣旨：这两司天台合并，由札马剌丁提点司天台；并令司



天官冯天章、司马剌丁与台官鲜于少监等具依旧职名。但是,司天台虽合并了,回回、汉阴阳公事,各另奏说。

至元十三年起,在大都置太史局,后改称太史院。至元十八年十一月,秘书监、司天台和太史院又合并,统称秘书监。由火鲁火孙守司徒,领秘书监;以平章事、枢密副使张易领秘书监、太史院、司天台事。至元十九年六月,因革罢大司徒府,司天台仍隶秘书监,与太史院并存;而太史院直接受皇帝管辖。

至元二十五年,司天台不隶秘书监;回回、汉两司天台,各行其事。此后,与太史院形成三个天文机构并立局面。

据《秘书监志》载。回回、汉两司天台合并后的编制是:

台官六员:少监　鲜于淳
判官　郝志彬　赵德新
台判　苏正　王世安　郭德
提学一员;教授二员;学正二员。
管勾押宿官一十三员,
承应人七十二名,登台占候天象。
知书一名,掌案牍。
装写历日,一十名。
习学生,七名。

至于秘书监、太史院和司天台合并后的建制,就无从查考了。

(四)司天官员俸禄

提点,俸五十九贯三钱三分,米六石。司天监,俸五十三贯三钱三分,米五石。少监,俸四十二贯,米四石五斗。监丞,俸三十一贯三钱三分,米三石。知事,俸二十贯六钱六分六厘,米一石五斗。教授,俸一十贯六钱六分,米一石。管勾,俸一十贯六钱六分,米一石。司辰、学正、押宿各俸八贯六钱六分,米五斗。

(五)司天台观星户和阴阳户

元朝司天台有观星户和阴阳户,这可能是司天台所统辖的社会基层观象和占候人员。这些人员的建制演变历史已无从查考,只有见于《元史·成宗纪》载:“元贞二年(1296)十二月,复司天台观星户。”这似乎可以看到,早期的司天台曾经有观星、占候户的组织网络,以进行广泛性的观象,后来由于某种原因暂停,至元贞二年才重新恢复活动。

至于阴阳户,从《秘书监志》记载中,亦可看到重新整顿、复查的事实。

至元十三年闰三月十四日，户部呈：至元十二年开除不当差户内有合分拣收差户计，开到各个名项，乞定夺事，都省除外，据司天台阴阳户计，差官与秘书监官一同试验，如委通阴阳科目文书底人，免本身差役，其不通，收系当差，札付秘书监照会去后回呈，开坐到本台阴阳户数，乞定夺施行；都省准呈。今委前绛州知州马希骥、御史台委监察御史一员，与本监官，大都路总管府官试验外，合下仰照验，无致中间有无违错，仍具选试过委通阴阳人姓名，各个科目；并不过阴阳人姓名备细保结，开坐呈省①。

从以上可以得知，当时确曾对观星和阴阳户进行统一的复查、甄别等工作。

表 2—41 元朝天文机构设置表

年 代	司天台(汉)	司天监	回回司天台	太史局	备注
元世祖 1260—1294					
中统元年 (1260)	上都置司天台 司天 冯天章				
至元八年 (1271)		上都置行在司天监 少监可马剌丁 鲜干淳	上都置回回司天台 提点扎马鲁丁		
至元十三年				置太史局	王恂、郭守敬等造新历，张易董其事
至元十六年	王恂奏请建大都司天台			太史局改太史院 太史令 王恂 同知太史院 郭守敬 领太史院 许衡 总领太史院 张文谦 行政官员 27人 专业官员 94人	
至元十七年			大都置行监		
至元十八年	兼领司天台 张易			兼领太史院 张易	

① 原文确如此。《秘书监志》行文不流利，语法亦不规范。



续表

年　代	司天台(汉)	司天监	回回司天台	太史局	备注
至元二十一年				兼太史院　阿鲁浑萨理	
至元二十二年		司天监　答剌欺		领太史院事　杨恭懿	
至元二十三年		大都置行监		太史令　郭守敬	
至元二十五年	提调司天台事　岳铉				
至元二十八年	司天　刘监丞				
至元三十年				领太史院事　阿鲁浑萨理	
至元三十一年				知太史院事　郭守敬	
元成宗 1295—1307					
元贞元年 (1295)	领司天台事　靳德进 灵台郎　赡思丁	司天少监　赡思丁		知太史院　靳德进	
大德二年 (1298)	提调司天台　塔术丁		提调回回司天台　忙古台		
大德四年			提调回回司天台　赡思丁		
大德十一年			提调回回司天台　忙古台		
元武宗 1308—1311					
至大元年 (1308)			提调回回司天台　赡思丁		
至大四年	领司天台事　曲枢				
元仁宗 1312—1320					
皇庆元年 (1312)	领司天台事　岳铉		改称回回司天监		

续表

年代	司天台(汉)	司天监	回回司天台	太史局	备注
			提调回回司天监　赡思丁		
延祐元年(1314)	改司天台为司天监				
延祐四年				太史院使　盛从善	
延祐七年				太史院使　岳柱	
元英宗 1321—1323 至治元年(1321)				太史院使　齐履谦	
泰定帝 1324—1328 泰定二年(1325)				太史院使　马剌 太史院使　齐履谦	
元文宗 1328—1330 至顺四年(1333)		领司天监事　伯颜	领回回司天监事　伯颜	领太史院　伯颜	
元惠宗 1333—1368 元统元年(1333)			领回回司天监事　密迩谟和么		
至正八年(1348)	上都再建司天台				
至正九年				提调太史院　雅普化	
至正十三年		提调司天监　脱脱 司天监　里的儿 少监　王可大 石泽 李义	提调回回司天监　脱脱	提调太史院　脱脱 太史院使　张佑 张沂 同知太史院　郭让 朱茂	

续表

年　代	司天台(汉)	司天监	回回司天台	太史局	备注
		灵台郎　张容 监丞　迭里月实		监候　刘孝忠	

二、元朝司天台

元朝上都和大都司天台，现已不存在。对大都司天台只能从文献寻踪。《元史·世祖本纪》载："至元十六年二月初六，太史令王恂等言，建司天台于大都，仪象、圭表皆铜为之，宜增铜表高至四十尺，则景长而真。又请上都、洛阳等五处分置仪表，各选监候官，从之。"

这就是当时设备颇为精良的大都观象测景台的轮廓。

现在唯一尚存的是洛阳登封古观象台。

这座观象台为郭守敬创立，位于今河南省登封县告城镇，即古阳城、古观象台。

据清朝景冬旸著《说嵩》称："周公庙后有台曰观星，甚危敞，上覆以屋前有亭，其阴凹缺直下，高三仞，背有量天尺。其制，砌石筑台，高二尺许，刻划石之两旁，像成溜槽，至尽头，环通。凡三十六方，接连平铺，每阔三尺六寸，刻周天尺，一百二十尺，旧有挈壶。走水漏刻，以符日景。"其所说的当时铜壶滴漏设施，今已无存。

但是台体几经修护，保存完好。古观象台系砖石建筑。台顶两小屋是明嘉靖七年(1528)修葺时所建，至今仍保持原貌。观星台的直壁和石圭，正是郭守敬所创高表制度的仅有实物例证。它用砖砌凹槽直壁，代替铜表。经实测，石圭以上至直壁上边沿高 12 米；从表槽上边沿再向上 1.3 米，即为两小屋所置横梁处，恰在小屋窗口下沿，由此至圭面为 13.3 米。



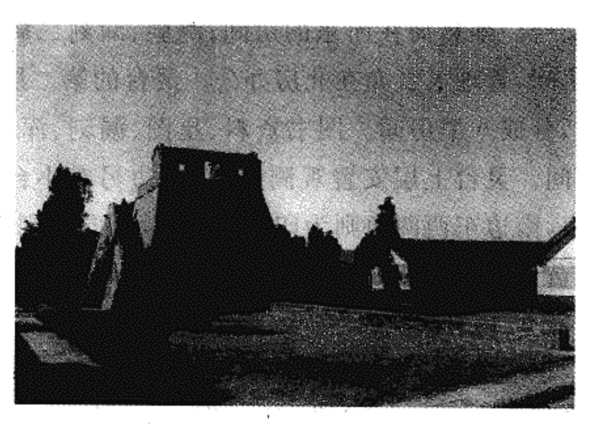


图 2—10　河南登封元朝观象台

该观象台除了测量日影的功能之外，当时的台上可能还有观测星象等设施。因为元初进行四海测验时，在此地观测北极星的记录，已载入《元史·天文志》中。又据明万历十年(1582)孙承基撰《重修元圣周公祠记》碑载："砌崇台以观星，台上故有滴漏壶，滴下注水，流以尺天。"由此可知登封古观象台以测景为主，兼有观星、记时等多种功能。中华人民共和国成立后，再次修葺，更形壮观，于1961年被列为国家重点文物保护单位。

至此，我们还必须介绍极有重要地位的元太史院。由于当时明初战争，司天台和太史院建筑荡然无存。但是如果阅读当时学者杨桓的《太史院铭》，那么，太史院的原型仍跃然在目：

> 十六年春，择美地，得都邑东墉下，始治役，垣纵二百布武，横減四分之一，中起灵台，余七丈，为层三，中下皆周以庑，其下面目中室为官府，以总听院政，长曰令，次同知院事，次佥院事，以宰辅之重，领于上者，无定员，其属有主事，有令译史，有干事，有库局之司，左右旁室，以会司属议，凡推测星历，诸生七十人，莅以三局，一曰推算，其官有五官正、有保章正，有副、有掌历，分集于朝室。二曰测验，其官有灵台郎、有监候、有副。三曰漏刻，其官有挈壶正、有司辰郎，分集于夕室。凡器用出纳，于阴室中层。离室以列景曜。巽室以措水运浑天壶漏。坤室以措浑天象盖天图。震、兑二室以图南北二异方浑天，盖天之隐见。坎室以位太岁。乾室以贮天文测验书。艮室以贮古今推算历法。台颠设简、仰二仪，正方案数简仪下。灵台之左，别为小台，际甍周庑，以华四外，上置玲珑浑仪。灵台之右立高表，表前为堂，表北敷石圭，圭面刻度景丈、尺、寸、分，圭旁夹以连甍可圭上露天日，为度景计。灵台之前东西隅，置印历工作局。次南神厨算学，设位如上。

这是规模恢宏的天文台。推算局在向东的房间；测验、漏刻二局在向西的房间；仪器贮存室在向北的房间，管理人员亦在北房办公。灵台的第二层，按离、巽、坤、震、兑、坎、乾、艮八方位，分成八个房间。图书资料、星图、漏刻、浑天象、水运浑天，分别各类，置列不同房间。灵台上层安置观测仪器，左边另有小台，安设玲珑仪。而灵台右边建四丈高表，南边东西两角则为印历工作局，再向南则为食堂和算学。由此可以看出，元司天台建筑的宏伟，设备的齐全，组织的严密，完全可称为当时世界第一流。

我们还须叙述南京观象台。据江苏《重刊江宁府志》载："观象台，元至正元年建，明改为钦天台。《明史·天文志》亦称，钦天监之立运仪、正方案、悬晷、偏晷、盘晷诸式，俱备于观象台，一以元法为断。"可见元朝的仪象设备已相当齐全。



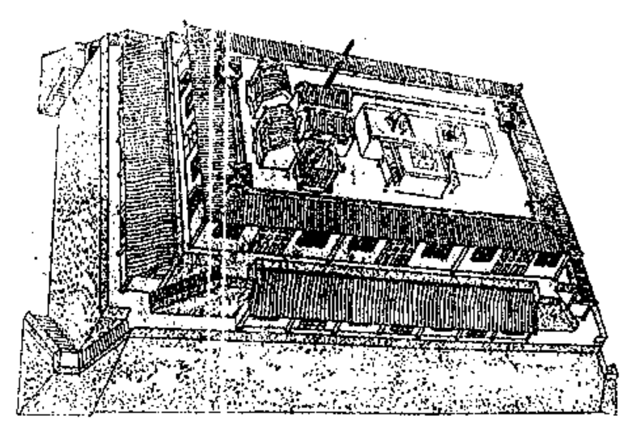


图 2—11　元朝大史院想象复原图

事实上，当元世祖诏修正历法之时，钦天监诸臣具奏："开封府先朝遗留天文仪器甚多，然无一足裨实用。"他遂命重造浑天仪、日规及其他仪器。并命每器一式，制十三份，分赐各行省。南京观象台当规划于此时，继之于至正年间，方始落成。

从文献看来，大都皇宫内亦有观象台的设置。

《元故宫遗录》载：

> ……又后为厚载门上建高阁环以飞桥，舞台于前，回阁引翼。每幸阁上，天魔歌舞于台，繁吹导之，自飞桥而升，市人闻之，如在霄汉。台东百步，有观星台。台傍有雪柳万株，甚雅。台西为内浴室，有小殿在前，由浴室西出内城，临海子，海广五六里……

由此可得知禁内观星台之方位。《元故宫遗录》一书，属较为严谨著作。明万历四十四年(1616)赵琦美附跋于书后称："故宫遗录者，录元之故宫也。洪武元年命大臣毁元氏宫殿，庐陵工部郎中萧询者，实从事焉，因而记录成帙。"

综观以上，元大都共有三座观象台：由金代候台记载，可知金候台仍存于城西，而在城东南又新建太史院司天台，再有禁内观象台。如此体制，堪称世界上首屈一指！因之，其所以能使当时的天文历算家作出非凡的贡献，当在意料之中。

三、元朝重大天文活动及贡献

元朝的重大天文活动，首推制订、颁行《授时历》和《回回历》；制造仪象；四海测验和测量二十八宿距度等，我们分别进行论述。

(一)制订、颁行历法

元世祖至元初，太保刘秉忠以《大明历》自辽、金承用 200 余年，浸以后天，议欲修正而卒。但在至元十一年(1274)八月刘秉忠去世前，世祖就曾命他选太史官、筹

建太史局以便改历；还曾命他在大都东南文明地上相验，起盖司天台。十三年六月，命太子赞善王恂、都水监郭守敬与南、北日官[1]置局更造新历，以枢密副使张易董其事。张易、王恂又奏请："今之历家，徒知历术，罕明历理，宜得耆儒如许衡者商订。"经同意诏前中书左丞许衡至京领太史局，以统率此事；并命御史中丞张文谦与张易共同主领裁奏。张文谦是已故太保刘秉忠的同乡同学；王恂、郭守敬、张易等是刘秉忠的学生，对历法皆有研究。经过周密安排，制定新历的机构和高级人员已延聘就绪。

同年，元世祖又诏令："敕司天台选差能书算测验精通三十人，于改历处用者。"对此，司天台即从本台官员管勾阴阳人中选三十人，皆为书算测验娴熟，甚为精通者申报。共计：

算选二十名

台官二员：少监冯天章，判官赵德新

提举一员：郝昇

教授一员：刘巨源

管勾二员：曹震圭　霍从政

学正一员：张世英

长行人十三员：张伯祥　郝馀庆　程显道
张仲英　刘克琅　王　素
张　珪　高泰素　王彦实
朱　谅　郝　智　申居敬
赵品严

书写三名：李馀庆　张　诚　王　亨



测验七名

管勾二名：张居实　岳　铉
兼书写并大都就用测验

长行人五名：王　椿　任世清　赵伯亨
赵　祯　陈泰初

这就是当时制订新历的主要力量，可以说是集中了最优秀人才。最高指导为许衡，张文谦和张易则主持太史局。职务上王恂负责，郭守敬辅助，学术上王恂担任历法推算，郭守敬从事仪象制造和测验。及至至元十六年，太史局改称太史院，当时又

---

[1] 陈鼎臣、邓元麟、毛鹏翼、刘巨渊、王素、岳铉、高敬等。



有杨恭懿前来参与共事，而后来成为太史院使的齐履谦[①]，当时补星历生，可以认为，他亦参与了制历事。经过四年努力，于至元十七年制成《授时历》，至元十八年颁行。

《授时历》虽已颁行，但其所采用的数据、表格及推算方法，都还未经周密核定，只是有待整理的草稿。至元十九年，编制此历的主要参与者王恂、许衡、张易先后去世；张文谦、杨恭懿则隐退还乡。因此，完成定稿任务全部落在郭守敬身上。又经过四年的努力，撰成《推步》七卷、《立成》二卷、《历议拟稿》三卷、《转神选择》三卷和《上中下三历注式》十二卷，共五种二十六卷。

元世祖对《授时历》颁行后的考察十分关注。至元二十年十一月，命各省印《授时历》。为了确保新历的准确，在各省已印《授时历》以后，仍命继续测验并推算数据。至元二十一年六月，遣使分道寻访测验晷景、日月交食、历法；二十二年三月，又遣太史监候张公礼、彭质等往占城测候日晷。至元二十三年二月，太史院上《授时历经》、《历议》诏藏于翰林院国史院。同年，郭守敬升任太史令，继续进行天文历算研究工作。又完成一批重要著作：《时候笺注》二卷，《修改源流》一卷，《仪象法式》二卷，《二至晷景考》二十卷，《五星细行考》五十卷，《古今交食考》一卷，《新测二十八舍杂座诸星入宿去极》一卷，《新测无名诸星》一卷，《月离考》一卷，共九种七十九卷。这与前述五种二十六卷，共计十四种一百零五卷。构成了一部十分严密而又完整的天文历法巨著。

《授时历》代表了我国古典天文学发展的最高成就，其成功之处在于：重视实测，借鉴古历，推陈出新，精彩迭起。我国天文先辈朱文鑫曾指出："凭实测之数，复焚阴阳谶书。破世俗迷信，以正天文，一洗古来占验之浮说，始入近世天学之正途。汤若望尊称郭守敬为中国第谷者，非过誉也。"

《授时历》吸取历代历法的先进经验，并且经过实测，所采用天文数据相当先进。朔望月、近点月、交点月等数值取自《重修大明历》；回归年数据取自杨忠辅《统天历》，但有所改进；对回归年长度变化，定为上推每百年长万分之一日，下推每百年减万分之一日，比《统天历》误差小。

《授时历》废除复杂分数表示天文历算数据的法则，以一日为 100 刻，一刻为 100 分，一分为 100 秒，秒以下的单位也用百进。日法为 10000 分。同时也废除上元积年，以至元十八年天正冬至，即至元十七年十一月冬至为历元；并得到经过实测之后决定的"七应"，对应于历元年为至元十八年(1281)，其值为：

1. 气应，历元年冬至时刻与其前甲子日夜半之间的时距，经三年多，共 98 次测

---

① 至元十六年，初立太史院，改制新历，齐履谦补星历生。同辈皆司天台官子，太史王恂问以算数，莫能对，履谦独随问随答，恂大奇之。二十九年，履谦授星历教授。

量归算而得出：1281 年 12 月 14.06 日为冬至时刻。

2. 转应，实测历元年冬至时刻与其前月球过近地点时刻的时距。为 1281 年 11 月 30.87 日；与理论值误差 0.15 日。

3. 闰应，历元年十一月平朔时刻与冬至时刻之间的时距。得出为 1281 年 1 月 23.88 日，误差为 0.1 日。

4. 交应，实测历元年冬至时刻与其前月亮过黄、白降交点时刻的时距，为 1281 年 11 月 11.04 日，误差为 0.341 日。

5. 周应，实测历元年冬至时刻太阳所在宿度与赤道虚宿六度之间的度距，为 315.1075 度；即实测历元年冬至时刻太阳在赤道箕宿 10 度，误差为 0.22 度。

6. 合应，实测历元年冬至时刻与其前五星平合时刻之间的时距。得出 1280 年冬至前后，水星平合时的平黄经为 220.96°±10.34°；金星为 60.60°±0.02°；火星为 214.06°±0.73°；木星为 153.73°±0.51°；土星为 252.69°±0.36°。

7. 历应，实测历元年冬至时刻与五星过近日点时刻间的时距。得出在实测历元年时的水星近日点黄经为 67.44°±1.16°；金星为 258.21°±136.72°；火星为 316.99°±5.84°；木星为 5.60°±2.80°；土星为 78.28°±0.73°。

《授时历》的最大贡献是创用招差法处理日、月、五星运行速度盈缩的问题，这是中国数学史上有世界意义的伟大成就。在这之前，刘焯以来的历算家都以为日、月、五星的运行速度，在相当短的时间内是等加速的或等减速的，用刘焯或边冈的内插公式可得近似答案。但是郭守敬等不满足于粗疏算法，认为日、月、五星的运行速度不只是时间的一次函数，而是时间的二次函数，有时还是时间的三次函数。

《授时历》通过实测得出太阳在冬至点速度最快，夏至点速度最慢。从冬至到常气春分前三日（定春分）太阳走一象限 91.31 度，只需 88.91 日，在这时间内盈积 2.40 度；从春分前三日到夏至 93.71 日的时间内也走了一象限 91.31 度，缩积也为 2.40 度。设 n 为冬至后到某一瞬时的时间，那么，n 时太阳多行了 $dn+qn^2+cn^2$ 度。

如何求 d、q、c 这三常数呢？《授时历》采用的方法甚为精妙。分 88.91 日为六段，各得 14.82 日。在各段末观测太阳离冬至点的黄道度数，减去太阳每日平行度数，得各段末的“积差”。我们从积差入手，求差分，并借助等间距二次内插法公式，导出三常数。

引入等间距二次内插法公式：

$$F(x+nh)=F(x)+n\Delta F(x)+\frac{n(n-1)}{2}\Delta^2 F(x) \tag{1}$$

或：



$$F(x+nh)=F(x)+n[\Delta F(x)-\frac{1}{2}\Delta^2 F(x)]+\frac{n^2}{2}\Delta^2 F(x) \quad (2)$$

表 2—42　《授时历》由原积差

$f(x+nh)$化成日平差 $F(x+nh)$算表

	nh 积日	$\frac{f(nh)}{nh}=F(nh)$ $\frac{积差}{积日}$=日平差	差分 第一次 一差	第二次 二差	第三次
第 1 段	$h=14.82$	$\frac{7058.0250}{14.82}=476.25=R_1$			
			-38.45 $=P_1$		
第 2 段	$2h$	$\frac{12976.3920}{29.64}=437.80=R_2$		-1.38 $=Q_1$	
			-39.83 $=P_2$		
第 3 段	$3h$	$\frac{17693.7462}{44.46}=397.97=R_3$		-1.38 $=Q_2$	
			-41.21 $=P_3$		
第 4 段	$4h$	$\frac{21148.7328}{59.28}=356.76=R_4$		-1.38 $=Q_3$	
			-42.59 $=P_4$		
第 5 段	$5h$	$\frac{23279.9970}{74.10}=314.17=R_5$		-1.38 $=Q_4$	
			-43.97 $=P_5$		
第 6 段	$6h$	$\frac{24026.1840}{88.92}=270.20=R_6$			

按定义：

$$F(x+h)-F(x)=\Delta F(x) \quad (3)$$

$$\Delta F(x+h)-\Delta F(x)=\Delta^2 F(x) \quad (4)$$

$$\Delta^2 F(x+h)-\Delta^2 F(x)=\Delta^3 F(x) \quad (5)$$

因为：

$$\Delta^3 F(x)=0$$

由(5)式得：

$$\Delta^2 F(x)=\Delta^2 F(x+h) \quad (6)$$

故此：

$$F(x+nh)=F(x)+n[\Delta F(x+h)-\frac{3}{2}\Delta^2 F(x)]+\frac{n^2}{2}\Delta^2 F(x)$$

$$=F(x)+n[\Delta F(x+h)-\frac{3}{2}\Delta^2 F(x+h)]+\frac{n^2}{2}\Delta^2 F(x+h)$$

以 $nh=n_1$ 代替上式，得：

$$F(x+n_1)=F(x)+n_1\left[\frac{\Delta F(x+h)-\frac{3}{2}\Delta^2 F(x+h)}{h}\right]+n_1^2\,\frac{\Delta^2 F(x+h)}{2h^2}$$

我们来分析上式右端的三项。其中第一项按(3)式为：

$$F(x)=F(x+h)-\Delta F(x)$$

再引用(4)及(6)两式同得：

$$F(x)=F(x+h)-\Delta F(x+h)+\Delta^2 F(x+h)=R_1-P_1+Q_1=d$$ 称为定差

第二项 n_1 的系数：

$$\frac{1}{h}[\Delta F(x+h)-\frac{3}{2}\Delta^2 F(x+h)]=\frac{1}{h}[P_1-Q_1-\frac{Q_1}{2}]=q$$ 称为平差

第三项 n_1^2 的系数：

$$\frac{\Delta^2 F(x+h)}{2h^2}=\frac{Q_1}{2h^2}=c$$ 称为立差

于是，

$$F(x+n_1)=d+qn_1+cn_1^2$$

作变换：$F(x+n_1)=\frac{1}{n_1}f(x+n_1)$，得 n_1 日末盈缩积；去下标为：

$$f(x+n)=dn+qn^2+cn^3$$

通过实测，冬至前后 n 日的盈积分为：

$$f(x+n)=513.32n-2.46n^2-0.0031n^3$$

这就是我们所要证明的结果。事实上，《授时历》亦是通过自变数等间距二次内插法计算的。R_1 称为泛平积，P_1-Q_1＝泛平积差，而$\frac{Q_1}{2}$则称泛立积差。

用同样方法亦可求得夏至前后 n 日的“缩积”分数为：

$$487.06n-2.21n^2-0.0027n^3$$

至于月球在近点月内运行亦非等速。《授时历》也用招差法推算。在近点月中，从近地点起，平分四个“象”，每“象”分为 7 段，每段又分为 12 限，一月共 336 限，每限为：27.5546 日÷336＝0.0820 日。那么，在近地点前、后，或远地点前后限数为 n，则其迟疾积分为：

$$11.1100n-0.0281n^2-0.000325n^3$$



《授时历》用三差法列出“太阴迟疾立成”，以备查在任何指定“限”内月球盈、缩度数。

《授时历》中还创立由太阳的黄道积度求赤道积度和赤道内外度的公式，古代历算家只能在浑天仪上直接量取。宋姚舜辅在制《纪元历》时，曾建立一个经验公式，但不精密。而郭守敬和王恂利用相似三角形的性质和沈括“会圆术”，巧妙地解决了这一难题，实际上是导出两个球面三角公式。《授时历》的又一贡献是“白道交周”的计算，“构思精妙，超越前人”，亦为历算家所称道。因数学推演过长，只能载于后面数学附录。

《授时历》固然为元朝历法的佼佼者，然而，元朝《回回历》也有相当影响。我们转向这种历法的演绎叙述。

回回历算的输入，可追溯到1220年以前的元人全盛之时。当时印度佛教徒，欧洲巴黎、意大利及中国艺士，东罗马和阿美尼亚的商贾，皆与阿拉伯官吏，波斯、印度的天算家，全都会合于蒙古王庭。说明欧洲、西南亚、南亚的天文历法已经输入。

金宣宗兴定四年，或南宋宁宗嘉定十三年(1220)，耶律楚材在寻思干(今乌兹别克境内撒马尔罕)时，发现当地月食时刻和食分与《重修大明历》所推算的不同。他敏感地认为是观测地点的差异，《重修大明历》推算只适用于中原，对西域则有差别。因而，他在编制《西征庚午元历》(1220，他随元太祖西征)时，创立“里差”的概念，并以此计算因两地东西距离差异而造成的时间差改正。这是中国历算家首次提出地理经度的模式，把寻思干城当做起始标准点，某地与它的距离乘上一个数字因子，作为里差，向东加，向西减，以此为不同经度地区的时间改正。耶律楚材曾献上《西征庚午元历》，但未颁用。史载：他还研究过西域的《回纥历》，认为该历推算行星运行，比中原历法精密，于是撰《麻答把历》。据说《麻答把历》与《西征庚午元历》是“同为一物”，可惜其具体内容已经失传。

中统四年(1263)，世祖命西域人爱薛“掌西域星历司”，统署西域星历。至元四年(1267)，西域人扎马剌丁撰进《万年历》，世祖稍颁行之。至元八年，设回回司天台之后，逐年颁行《回回历》；第二年，通令禁止私鬻《回回历》，意即只由官方发行，以为保护。再如，《秘书监志》载：“至元十五年十月十一日，司天少监扎马剌丁照得：在先敬奉皇子安西王令旨，交扎马剌丁每岁推算写造回回历日两本，送将来者。敬此，今已推算至元十六年历日毕工，依年例，合用写造上等回回纸扎，合行申复秘书监应付。”可见其编造《回回历》，已行用多年。

仁宗皇庆二年十二月，扎马剌丁上所编《万年历》。从以上情况看来，《万年历》与由扎马剌丁编制的《回回历》可能是一回事。即使不同，它们的宇宙体系、计算系

统和数学方法也应都是建立在阿拉伯天文学基础之上的。《万年历》、《回回历》的编纂，适应了我国信奉伊斯兰教的各民族人民的生活需要，开创以后三百多年间编纂回历的传统。

到了元末，《万年历》失传了。据《明史·历一》载：在元朝灭亡的当年，即明洪武元年(1368)，朱元璋就诏征元太史院使张佑、回回司天监黑的儿等共十四人，寻召回回司天台官郑阿里等十一人至京，商议历法。洪武十五年九月，诏翰林李翀、吴伯宗译回回历书。可见，元朝回回司天台的回回星学者，及其编制的回回历，亦为明朝的回回天文学做出了重大贡献。

《回回历》的编撰，得益于回回司天台的丰富藏书。《秘书监志》载：台中收藏有西域文字的天文和数学书籍。至元十年十月，北司天台申，本台合用文书，经计经书二百四十二部。

本台见合用经书一百九十五部：

兀忽列的《四擘算法段数》十五部；

罕里速窟《允解算法段目》三部；

撒唯那罕答昔牙《诸般算法段目并仪式》十七部；

海牙剔《穷历法段数》七部；

呵些必牙《诸般算法》八部；

《积尺诸家历》四十八部；

速瓦里可瓦乞必《星纂》四部；

撒那的阿剌忒《造浑仪香漏》八部；

撒非那《诸般法度纂要》十二部；

麦者思的《造司天仪式》十五部；

蓝木立《占卜·法度》等。

提点官家内诸般合使用文书四十七部；

密阿《辨认风水》二部；

福剌散《相书》一部；

艾竭马答《论说有无源流》一十二部；

黑牙里《造香漏并诸般机巧》二部；

兀速剌八丁窟勒《小浑天图》；

阿剌的杀密剌测太阳晷影一个；

牙秃鲁小浑仪一个；

拍儿可儿潭定方圆尺一个。

实际上，以上藏书包括历算仪象。据考证，回回天文台藏书还有托勒密(Ptolemy)



的《天文学大成》(*Almagest*)。有的学者认为:麦者司的《造司天仪式》十五部,可能就是《天文学大成》。此外,尚有欧几里得的《几何原本》(*Elements*)等。因而,此天文台可称为当时中国研究阿拉伯天文学的中心。其历算成就已如上述,仪象研制的贡献将述于下节。

(二)仪象研制的成绩

王恂、郭守敬等在编撰《授时历》时,力主制历应“明历之理”,以及“历之本在于测验,而测验之器莫先仪表”,采取理论与实践相结合的科学态度。郭守敬创制的仪象不少于22种,皆很精妙,卓见绝识,令人赞叹不已。在此只述其大略。

(1)简仪。由两组彼此独立的仪器组合而成。第一组由赤经环、赤道环和百刻环组成,其中赤道环和百刻环重叠安置,二者之间安设四个圆筒形的短铜段,这是世界上最早利用滚筒轴的范例,它可使赤道环灵敏地沿固定的百刻环转动。第二组由阴纬环和地平环组成。赤经环垂直安置于赤道环,或阴纬环垂直安置于地平环,均可绕环心自由转动。第一组仪器是赤道坐标装置,可用于测量天体的去极度和入宿度,以及地方真太阳时,这是世界上最早的赤道装置,创立于元世祖至元十三年(1276),比欧洲丹麦天文学家第谷于1598年采用类似的赤道装置,要早300多年。对现代望远镜使用的赤道装置模式来说,郭守敬的做法可称是先驱。

(2)候极仪。安置在简仪赤经环转轴的顶端,是一个与赤道环相平行的小环圈,用它观测北极星,以校正仪器极轴方位。

(3)立运仪。即简仪的地平装置;可沿阴纬环测量天体的地平高度,而沿地平环测量地平方位角。

(4)正方案。这是郭守敬的便于携带到野外工作的仪器。它是一块4尺见方的木板上画19个同心圆,半径各差一寸。最外圆边缘分划365 $\frac{1}{4}$度。圆心立一根表,当表的影端落到某个圆上时记下来,从早到晚记录后,连接同一个圆的两点。其中点和圆心的连线即为正南北方向。如将其侧立,置于子午面内,还可测量北极出地高度。



(5)高表。这是为提高晷景测量的精度而设计,传统的圭表高8尺,郭守敬将其高增至4丈,圭长亦相应增加。在元大都,他先以木为表,后又以铜铸表,表端为一悬空横梁。河南登封古观象台的垂直凹槽,横梁置于凹槽顶端,横梁的中轴与圭面垂直距离为4丈,就是这种模式。

(6)景符。由一个2寸见方的框子和一片4寸长、2寸宽的铜叶组成。铜叶的一边用枢纽与框子的一边连接,可随意转动,铜叶的中间开一小孔。测景时将景符在圭面上移动,使铜叶面与阳光垂直,又令高表横梁的影正好平分米粒大小的太阳

象圆面，此时横梁影子位置，就是4丈高表的影长。有了景符，使影子清楚可见，消除了因表增高影暗淡的缺点，景符是保证高表测景精度的关键性辅助仪表。

(7)窥几。其形状类似几案，在几面的正中开一长方形的槽，与槽口相垂直装有两条中间带有刀口的小木条。夜间观测时，将窥几放在高表圭面上，沿南北方向移动，观测者伏于窥几下，通过槽口移动几面上的两根小木条，使其刀口分别与高表横梁的上、下边缘，与所观测的天体处在一直线上。然后，在几面上取这两根小木条所在位置的中点，由铅垂线量取圭面上的圭长值，再通过计算求出星体南中时的地平高度值。窥几亦是重要的辅助仪表。

(8)仰仪。是一个直径约10尺的铜制半球，安装时开口向上，平放置于砌好的台座中。在釜口的正南边缘上伸延一小木条，另一端附一铜片，中间开孔，这小孔正好位于球心。又取一根较短的小木条，与前一根相垂直，两端分别平放在釜口的东南和西南边缘。然后由正南点向下沿子午圈40.75°(大都北极出地高度相反值)处取一点，以此点为极心，在半球内壁绘画出单有一极点的坐标网，即表示相应于大都地平面以下的赤道坐标网。观测时，太阳光通过小孔成像于内壁，由网格可量取太阳赤纬及地方真太阳时，亦可用于观测日食时各过程的时刻、方位和食分，甚为方便。

其他的还有：赤道式日晷和星晷定时仪、浑天象、证理仪和日月食仪、玲珑仪、丸表、悬正仪和座正仪、七宝灯漏、水浑运浑天漏和柜香漏、屏风香漏和行漏等。其中大部分是为编撰《授时历》所需的观测而研制的。

回回司天台的提点扎马鲁丁，在仪象方面也多有贡献。《元史·天文志》详细记载他制作的七件西域天文仪象的结构和用途，分述于下。

(1)混天仪(Dhātu alhalag-i)，音译为“咱秃哈剌吉”，为托勒密式的黄道浑仪，用来测定天体的黄道经纬度。



英国科技史学家李约瑟认为它是浑天仪，不是托勒密式，而是赤道式的；但有两个回归圈即恒显和恒隐圈，附在带照准器的活动赤纬环上。

但是我国学者研究认为：此仪象应是一种托勒密式的使用黄道坐标的浑仪。其根据见于《元史》：

> 以铜为之，平设单环，刻周天度，画十二辰位，以准地面。侧立双环而结于平环之子午，半入地下，以分天度。内第二双环，亦刻周天度，而参差相交，以结于侧双环，去地平三十六度以为南北极，可以旋转，以象天运为日行之道。内第三第四环，皆结于第二环，又去南北极廿四度，亦可以运转。凡可运三环，各对缀铜方钉[1]，皆有窍以代衡箫[2]之仰窥焉。

---

① 即游标。
② 即窥管。



可以看出：第三、第四环实际上是黄经圈和黄纬圈；此两圈相固结，而黄经圈又结在四游环上、离南北极二十四度即等于黄极的方向，那么黄经圈就可绕黄极旋转；这就是黄道坐标的模式。《元史》之所以译为混天仪而不是浑天仪，乃是由于这仪象既与我国传统的赤道式浑天仪相似，但又有质的不同。

(2)咱秃朔八台。汉名为测验周天星曜仪，德国学者哈特纳译音为"Dhātu'sh-shu'batai"，意译为"双股仪"。他认为就是托勒密的长尺(Organon parallaction)。

《元史·天文志》载："外周圆墙，而东面启门，中有小台，立铜表高七尺五寸，上设机轴，悬铜尺，长五尺五寸，复加窥测之箫二，其长如之，下置横尺，刻度数其上，以准挂尺。下本开图之远近，可以左右转而周窥，可以高低举而偏测。"

从此述文看来，这是一种测量天体的天顶距仪器。

(3)鲁哈麻亦渺凹只。汉意为春秋分晷景堂。哈特纳译音为："Rukhāmah-i-muwajja"；但不知为何他解释为冬夏至晷，又称为非均匀时平面日晷；似属有错。我们来看《元史·天文志》载：

> 为屋二间，脊开东西横罅，以斜通日晷。中有台，随晷景南高北下，上仰置铜半环，刻天度一百八十，以准地上之半天，斜倚锐首铜尺，长六尺，阔一寸六分，上结半环之中，下加半环之上，可以往来窥运，侧望漏屋晷景，验度数，以定春秋二分。

按此结构来分析，这就是环式赤道日晷的雏形。在古印度天文台，摩诃罗阇·贾伊·辛格(Maharajah Jai Singh，1686—1743)制造的巨型天文仪器中，就有与此相似的二分日晷构造。我们叙述于下：

> 桑罗特扬陀罗(Samrāt yantra"巨尺仪")巨型二分日晷，附有沿极轴倾斜的表，两侧赤道面上配以象限仪①。

由此可证实将其称为春、秋分晷景堂是恰当的。



(4)鲁哈麻亦木思塔余。汉意为冬夏至晷景堂。哈特纳译音为："Rukhāmah-i-musta iya"。但他却称做春秋分晷，这显然与上面的混淆了。同时他又将其解释为均匀时平面日晷。这也是错误。因为这两件是测节气而非测真太阳时的仪器。

《元史·天文志》载："为屋五间，屋下为坎，深二丈二尺。脊开南北一罅，以直通日晷。随罅立壁，附壁悬铜尺，长一丈六寸。壁仰画天度半规，其尺亦可往来窥运，直望漏屋晷景，以定冬夏二至。"

这显然是用来测定太阳过子午线时，赤纬最低和最高的瞬时而判别冬、夏至的仪象。在墙壁上仰画天度半规，这与第谷创制的装在墙上的子午象限仪相似，当时

---

① 在赤道面上配以象限仪，猜测是用以测量太阳在赤道上、下的度数。当春、秋分日时，角度为零。

第谷用以测定中天恒星的赤纬。

(5)苦来亦撒麻。汉意是浑天图。哈特纳译音："Ku-ra-i-sama"；意译为："斜浑天图"，实际上是天球仪。

《元史・天文志》载："其制以铜为丸，斜刻日道交环度数于其腹，刻二十八宿形于其上。外平置铜单环，刻周天度数，列于十二辰位以准地。而侧立单环二，一结于平环之子午，以铜丁象南北极，一结于平环之卯酉，皆刻天度。即浑天仪而不可运转窥测者也。"

(6)苦来亦阿尔子。汉意地理志。哈特纳译音："Ku-ra-i-ard"。实际上即为地球仪。

《元史・天文志》载："其制以木为圆球，七分为水，其色绿，三分为土地，其色白。画江河湖海，脉络贯串于其中。画作小方井，以计幅圆之广袤、道里之远近。"

(7)兀速都尔剌不。汉意为定昼夜时刻之器。哈特纳译音："al-Usturlab"，即星盘。

《元史・天文志》载："其制以铜如圆镜而可挂，面刻十二辰位、昼夜时刻，上加铜条缀其中，可以圆转。铜条两端，各屈其首为二窍以对望，昼则视日影，夜则窥星辰，以定时刻，以测休咎。背嵌镜片，三面刻其图凡七，以辨东西南北日影长短之不同、星辰向背之有异，故各异其图，以画天地之变焉。"

从以上可知元朝时星盘已传入我国。据考证这些仪象型制与同时期伊尔汗国天文学家纳速伊丁为马拉各天文台所造的基本相同。

伊尔汗国是1258年蒙古军灭阿拔斯王朝[1]后所建立的。伊尔汗国在伊朗西北部今大不里士城南兴修马拉各天文台，任命首相同时亦是天文学家纳速伊丁主持工作。此天文台拥有来自中国和西班牙的学者，他们通力合作，用12年时间，完成一部《伊尔汗历表》。阿拉伯人称为Zij-ilkāni。"Zij"即为历表之意，元代译为"积尺"，商企翁、王点撰的《秘书监志》中有"积尺诸家历"，据说就是指各种阿拉伯历表。

(三)四海测验

史载："至元十三年六月，以《大明历》浸差，元世祖命王恂、张易、郭守敬等更造新历。张易和王恂为之运筹"，深知非延聘资深识博学者主持，不足以使新历精于前代；并制定了其他各项宏规。经同意，许衡荣膺此任。他高瞻远瞩，认为：金代虽重修《大明历》，但只以宋《纪元历》微加增益，实未曾测验于天，郭守敬亦体会到"历之本在于测验"之重要性。这两位大历算家"深谋卓识，思维相投"，并同张易、王恂周密协商，一致形成"必须测验推步于天下；并事先与南、北日官等参考累代历书四

---

① 阿拔斯王朝(750—1258)，我国古书称黑衣大食。



十余家，以及测候日、月、星辰运行之变，参别同异、酌取中数，以为历本"的决策。

至元十六年，郭守敬奏称："唐一行开元间令南宫说天下测景，书中见者凡十三处。今疆宇比唐大，若不远方测验，日月交食分数时刻不同，昼夜长短不同，日月星辰去天高下不同，即目测验人少，可先南北立表，取直测景。"世祖从其奏请。遂设监候官一十四员，分道而出，东至高丽，西极滇池，南逾朱崖，北尽铁勒，四海测验，凡二十七所。

世祖还曾亲自令郭守敬由上都、大都、历河南府，抵南海，测验晷景。

于是，由太史院官员率领的"四海测验"，亦即天文测量工作展开了，无论从测点的数量还是分布范围都超过唐朝一行的同类工作。测量内容仍是北极出地高度、冬夏至晷景长度和昼夜漏刻长度，其目的亦是为九服晷漏、食差等的计算提供必要实测数据。据分析：其中观测地点可考的 20 处北极出地高度值平均误差为 0.35°，而郭守敬亲自负责观测的大都，河南登封等三处的北极出地高度平均误差只有 0.23°。这次测量的精度，比前代为高。

据《元史・天文志》记载，测北极出地、夏至晷景、昼夜漏刻的为 7 次；只有测北极出地的为 20 处，分列于表 2—43，表 2—44。

表 2—43　测北极出地、夏至晷景、昼夜漏刻 7 处结果表

序号	地点	北极出地(度)	夏至晷景	漏刻	
				昼刻	夜刻
1	南海(今广东南海诸岛)	十五	景在表南，长一尺一寸六分	五十四刻	四十六刻
2	衡岳(今湖南衡阳)	二十五	日在表端，无景	五十六刻	四十四刻
3	岳台(今河南开封)	三十五	景长一尺四寸八分	六十刻	四十刻
4	和林(今蒙古哈尔和林)	四十五	景长三尺二寸四分	六十四刻	三十六刻
5	铁勒(今俄罗斯叶尼塞河上游地区)	五十五	景长五尺一分	七十刻	三十刻
6	北海(今俄罗斯叶尼塞河支流下通古斯卡河一带)	六十五	景长六尺七寸八分	八十二刻	十八刻
7	大都(今北京)	四十度太强	景长一丈二尺三寸	六十二刻	三十八刻

表 2—44 仪测北极出地 20 处结果表

序号	地点	北极出地
1	上都(今内蒙古正蓝旗东北闪电河北岸)	四十三度
2	北京(今内蒙古宁城县西北大明城)	四十二度强
3	益都(今山东青州)	三十七度少
4	登州(今山东蓬莱)	三十八度少
5	高丽(今韩国首尔)	三十八度少
6	西京(今山西大同)	四十度少
7	太原(今山西太原)	三十八度少
8	安西府(今陕西西安)	三十四度半强
9	兴元(今陕西汉中)	三十三度半强
10	成都(今四川成都)	三十一度半强
11	西凉州(今甘肃武威)	四十度强
12	东平(今东平)	三十五度太强
13	大名(今大名)	三十六度
14	南京(今河南商丘)	三十四度太强
15	河南府阳城(今河南登封东南告成镇)	三十四度太弱
16	扬州(今江苏江都)	三十三度
17	鄂州(今湖北武汉武昌)	三十一度半
18	吉州(今江西吉安)	二十六度半
19	雷州(今广东海康)	二十度太强
20	琼州(今海南琼山)	十九度太强

(四)测量二十八宿距度

郭守敬对二十八宿距度,亦重新进行测量,借助于他研制的新仪器,使得精度大为提高,平均误差仅为 0.075°,是历代同类测量的佼佼者。此外,他还对全天恒星的位置进行测定。目前发现,北京图书馆存有明抄本《天文汇抄》中的《三垣列舍入宿去极集》一书,保存了郭守敬当年对恒星位置观测的部分内容。该书中的星图共绘有 267 个星官,1375 颗恒星,其中 739 颗恒星标有入宿度和去极度的具体数值。仅就 739 颗星而言,其数量也比北宋皇祐星表中的多了一倍以上,而且精度也相当高。郭守敬还根据他实际观测所得,编制了两份星表。可惜的是,星表均已失传,但它是当时世界上最优秀的星表之一,此项工作在我国的恒星观测史上是很突出的。

我们将郭守敬的二十八宿距度观测值与前代的结果列表比较于下(表 2—45):



表 2—45　历代二十八宿距度比较表

星宿	汉落下闳所测	唐一行所测	宋皇祐所测	宋元丰所测	宋崇宁所测	元至元所测
角	十二度					十二度一十分
亢	九度				九度少	九度二十分
氐	十五度		十六度			十六度三十分
房	五度			六度	五度太	五度六十分
心	五度		六度		六度少	六度五十分
尾	十八度		十九度		十九度少	十九度一十分
箕	十一度		十度	十一度	十度半	十度四十分
东方七宿	七十五度		七十七度	七十九度	七十九度	七十九度二十分
斗	二十六度及分	二十六度	二十五度			二十五度二十分
牛	八度		七度		七度少	七度二十分
女	十二度		十一度		十一度少	十一度三十五分
虚	十度	十度少强		九度少强		八度九十五分
危	十七度		十六度		十五度半	十五度四十分
室	十六度	十六度	十七度			十七度一十分
壁	九度				八度太	八度六十分
北方七宿	九十八度及分	九十八度二十五分	九十五度二十五分	九十四度二十五分	九十五度七十五分	九十三度八十分太
奎	十六度				十六度半	十六度六十分



续表

星宿	汉落下闳所测	唐一行所测	宋皇祐所测	宋元丰所测	宋崇宁所测	元至元所测
娄	十二度					十一度八十分
胃	十四度		十五度			十五度六十分
昴	十一度				十一度少	十一度三十分
毕	十六度	十七度	十八度	十七度	十七度少	十七度四十分
觜	二度				半度	五分
参	十度				十度半	十一度一十分
西方七宿	八十度	八十一度	八十三度	八十二度	八十三度	八十三度八十五分
井	三十三度		三十四度		三十三度少	三十三度三十分
鬼	四度	三度	二度		二度半	二度二十分
柳	十五度		十四度		十三度太	十三度三十分
星	七度				六度太	六度三十分
张	十八度			十七度	十七度少	十七度二十五分
翼	十八度			十九度	十八度太	十八度七十五分
轸	十七度					十七度三十分
南方七宿	一百一十二度	一百一十一度	一百一十度	一百一十度	一百九度二十五分	一百八度四十分



最后我们引用《元史·历志》周天列宿度一段作为本节结束。细读之下，甚有韵味。

列宿著于天，为舍二十有八，为度三百六十五有奇。非日躔无以校其



度，非列舍无以纪其度，周天之度，因二者以得之。天体浑圆，当二极南北之中，络以赤道，日月五星之行，常出入于此。天左旋，日月五星溯而右转，昔人历象日月星辰，谓此也。然则列舍相距度数，历代所测不同，非微有动移，则前人所测或有未密。古用窥管，今新制浑仪，测用二线，所测度数分秒与前代不同者。

这一论述似乎已经领悟了观测工具的进步，与取得精密观测数据之间的相关。在当时对恒星存在自行尚未了解的情况下，这种论述是可取的。

第十六节　明朝的天文机构

中国天文学发展到明朝，进入了一个重要的转轨时期。此时封建社会已达到相当腐朽阶段，统治者对天文学发展的阻碍，使得古典天文学前进极为艰难。陈旧的历算体系，不能与天象符合，历算家在束手无策之中徘徊。有识之士急于寻求较为准确的历算良方；改革的呼声，与守旧传统之间产生不可调和的矛盾。另一方面，从封建社会母体中逐渐萌发的资本主义生产方式已经露头。

和历代统治者一样，明朝初期，封建统治对天文历算这一领域的管理从不放松，限制在使其牢牢地为巩固其统治服务的范围。明人沈德符在《野获编》中记道："国初学天文有历禁；习历者遣戍，造历者殊死"，以致到了中期钦天监人才缺乏之时，禁令才有所放松："至孝宗弛其禁，且命征山林隐逸能通历学者以备其选，而卒无应者"。可见这禁令对中国天文学的发展所造成的后果多么严重。

甚至直到明朝后期，一些头脑较为清醒的封建上层官吏兼历算家，如邢云路等，看到历法推算的失误，难以容忍而上书请求改历时，还受到钦天监官员的攻击，斥责其为私习历法。这是何等的荒唐。而占据钦天监职位的官员，仍然墨守成规，认为"祖制不可变"。整个明朝的 200 多年间，始终只沿用一部《大统历》，而对要求改历者予以阻挠，直到崇祯以前，历法改革始终没有进行。明初以来的 200 年中，是中国古代天文历算发明创造最少的时期。

然而，此时萌发于中国封建社会的资本主义生产方式虽已露头，却还未达到成长阶段，而在西方，资本主义已处于上升时期。他们代表较为先进的生产力，凭借着庞大的航海商船，以传教名义向全世界开拓市场，同时挟带西洋历算等，来叩打中国的大门。于是西方的天文科学等传来我国。较为准确的历算，对正处于停滞局面的中国天文学，无疑是送来清新的气息，带来了生机。一些眼光敏锐的历算家，看到它的优点，开始学习，希望借助它来改进中国古典历算，这就形成了中西天文学的交融。它们的传播者就是耶稣会传教士。

耶稣会传教士到了东方，在当时中国社会正处于高度发展时期，他们学习中国的语言文字、研究儒家经典，结交社会名流，以适应中国的社会环境。耶稣会看到当时的中国，由于发展的需要而对科学技术知识有极大兴趣。因而，尽管他们在欧洲反对以哥白尼学说为代表的正确自然科学，却并不排斥自己利用一些不破坏神学世界观的科技知识来中国作为诱饵。他们派出一批经过训练有各种科技学识的传教士来中国活动。1583 年，意大利人利玛窦来到中国，首先传入了托勒密的九重天思想、地球概念、星盘的构造和使用等天文学知识，以及欧几里得几何学知识。此后，欧洲的自然科学陆续传入，受到中国学者的欢迎和重视。

耶稣会在中国的活动有其历史特殊性。他们在日常活动中采用文化和宗教活动的形式。完全出乎耶稣会东来的本意，在中国和欧洲长期处于隔绝的状态下，传教士竟成为中西文化的中间人。作为欧洲封建势力代表的组织——耶稣会来华的扩张目的没有成功；而作为交流中西文化的使者，一些耶稣会传教士的工作却留下了相当大的影响，如瑞士人邓玉函(J. Terrenz，1576—1630)、意大利人罗雅谷(J. Rho，1593—1638)和德国人汤若望(Jean Adam sehall Von Bell，1591—1666)在天文学方面的贡献可算为佼佼者。

然而，明末耶稣会传教士来华以后所引起的反应是复杂的。

代表进步的知识分子对西学东来进行了认真的学习、研究，汲取其精华。以徐光启、李之藻为代表的上层人物，热切追求新的自然科学知识，做了很多翻译；著名的《几何学原本》即在这时期译出问世；而卷帙浩繁的《崇祯历书》就是徐光启组织中外历算家以西历为主编汇而成的，在我国历法史上为人们所称道。

但是，亦相应产生其他的事实：即徐光启把西方传教士引为改历的依靠，导致入清以后，这批人窃据钦天监的大权，虽然后来有所限制，但仍然被当做学术权威。这就使得耶稣传教士垄断了中西天文学交流的渠道，封锁了当时欧洲正在蓬勃发展的近代天文学，造成哥白尼体系、开普勒行星运动三定律、牛顿力学等，都被他们封锁了一二百年之久。

这就是明朝天文历算演进的历史背景和事实。

一、明朝天文机构的沿革

明朝的钦天监机构名称，经过多次变更。从机构上来说，有编撰《汉历》和《回回历》的两种设置；钦天监、观星台有南京和北京的建制；官员亦继承元代，置钦天监官散官，编制也多有不同。

(一)钦天监及其建制

明朝有北京和南京钦天监，论成立时间以南京为早，论编制规模则以北京钦天



监为大。

(1)北京钦天监

监正1人,正五品;监副2人,正六品

主簿厅主簿1人,正八品;春、夏、中、秋、冬官各1人,正六品

五官灵台郎8人,从七品,后革4人;五官保章正2人,正八品,后革1人

五官挈壶正2人,从八品,后革1人;五官监候3人,正九品,后革1人

五官司历2人,正九品;五官司晨8人,从九品,后革6人

漏刻博士6人,从九品,后革5人

(2)南京钦天监

监正1人,监副1人,主簿1人

五官正1人,五官灵台郎2人,五官监候1人

五官司历1人

钦天监散官名称:

监令,正仪大夫;少监,分朔大夫。

五官正,司玄大夫;监丞,灵台郎。

五官保章正,平秩郎。五官灵台郎,司正郎。

五官挈壶正,挈壶郎。

明朝钦天监更迭多次,分别述之如下:

明初,置太史监。设太史令,通判太史监事,佥判太史监事,校事郎,五官正,灵台郎,保章正、副,挈壶正,掌历,管勾等。以刘基为太史令。

吴元年,改称为太史院;秩正三品。设:院使,正三品;同知,正四品;院判,正五品;五官正,正六品;典簿,正七品;雨旸司,正七品;时序郎,正七品;纪候郎,正七品;灵台郎,正八品;保章正、副,正八品、副从八品;掌历,从九品;管勾从九品。

洪武元年(1368),太史院又改称司天监。设置:监正1人,正三品;少监2人,正四品;监丞1人,正六品;主簿1人,正七品;主事1人,正八品;五官正5人,正五品;五官副5人,正六品;灵台郎2人,正七品;保章正2人,从七品;监候3人,正八品;司辰8人,正九品;漏刻博士6人,从九品。

同年又置回回司天监。设:监令1人,正四品;少监2人,正五品;监丞2人,正六品。

洪武三年,司天监又改称钦天监;洪武十四年,改钦天监品秩为正五品;洪武二十二年,改称钦天监令为监正,监丞为监副;洪武三十一年罢回回钦天监,其历法推算归钦天监。

钦天监分设:天文、漏刻、回回历、历等四科。五官正以下至天文生、阴阳人,各

分科肄业。

表 2—46 明朝天文机构表

年代	司天监	监副	工作人员	备注
太　祖 1368—1398	刘基 （太史令） （太史院使） 元统 （监令） 伍儒 刘哲	李德芳	漏刻博士　马沙亦黑（吴谅）　孙宽　王统 钦天监司历　王巽　杨埜　俞钧 钦天监挈壶正　宋镇 五官保章正　时宁 五官司晨　陈宗山 五官灵台郎　刘伯完 司天台灵台郎　郭极　徐伯阳 天文生　汤铭	内灵台太史院 马沙亦黑
惠　帝 1399—1402	王之臣			
成　祖 1403—1424	王成 王佩 皇甫仲和	刘谭 皇甫仲和 徐伯阳	冬官正　倪以端 春官正　郭伯郁 中官正　诸彦宾 漏刻博士　胡俨　曾从政　刘玉渊 五官灵台郎　汤铭　吴永　马沙亦黑 五官挈壶　王涛 钦天监灵台博士　廖均卿 钦天监官　王射成	永乐二十二年 建内灵台
仁　宗 1425	田瑛		五官正　田瑛 钦天监挈壶正　陈俊文 天文生　李宗善	作台禁中，时自观察，而预言休咎
宣　宗 1426—1435			钦天监冬官正　张铭 钦天监五官司历　高冕 钦天监春官正　郭伯郁 南京钦天监五官保章正　任蔚 天文生　刘溥	
英　宗 1436—1449	许恪 皇甫仲和 彭德清 黄恺	高冕 彭德清 廖义仲 高礼	春官正　王巽 夏官正　刘信 漏刻博士　马轼 司历　何洪 五官灵台郎　高礼　卜刺金　臧珩 五官保章正　胡中　宋徽 五官司晨　吴英 天文生　陈伯武　马轼　汤序　张绅 秋官监副　高冕	正统七年以前，北京的钦天监皆为行在钦天监。这年观星台、钦天监同时建成



续表

年代	司天监	监副	工作人员	备注
代宗 1450—1456	廖羲仲 魏滨	倪忠 高冕	冬官正 倪忠 五官灵台郎 方钦 司历 廖景明 天文生 施宗 承德郎 高冕	
英宗 1457—1464	汤序 谷滨 高冕	李宗善 （原南京钦天监五官灵台郎）	钦天监春官正 郭贵 漏刻博士 刘智 单诚 挈壶正 郑师烈 五官灵台郎 贝琳 五官司晨 高辅 天文生 贾信 钦天监舍人 汤贤 南京钦天监五官保章正 时钟	
宪宗 1465—1487	康永韶 童轩 田蓁 （成化二十年改任南京钦天监） 吴昊 张瑄 倪忠	贝琳 （成化八年任南京钦天监副） 王蓁 许恪 （成化八年调南京钦天监） 张绅 李宏 李华 吴昊 张瑄 宋徽 周昉 吕庆 杨瑛 高钟 李绍 李登	春官正 李宏 臧铭 夏官正 胡璟 李登 秋官正 杨瑛 潘泰 吴昊 冬官正 朱纬 许恪 中官正 周纶 五官灵台郎 马良弼 刘绅 李华 马贵 田蓁 李绍 高钟 漏刻博士 马贵 范英 李绍 韩昂 李孟锐 刘瑄 于寿 董旺 傅荣 袁铥 钱邻 杜璿 倪应祥 贾璿 金濬 颜琳 朱义 肖瓒 署漏刻博士 张景芳 司历 陈鼎 范祥 孔英 刘玉 王佑 五官司晨 郑恺 李贤 朱祚 王玘 张继 陈旸 刘璿 保章正 刘琮 黄甫敬 倪谦 挈壶正 皇甫政 五官司历天文生 贾信 天文生 张升 杨昭 监生 许鉴 南京五官灵台郎 刘敬	内灵台官监左监丞苏奇



续表

年代	司天监	监副	工作人员	备注
孝宗 1488—1505	乐頀 吴昊 李钟 (原南京钦天监副)	李宏 张绅 高钟	春官正 李宏 秋官正 倪谦 五官灵台郎 孙锦 五官挈壶正 李源 漏刻博士 赵华 天文生 张玺 闻显 南京钦天监主簿 诸昇	
武宗 1506—1521	华湘 李源	周佐 韩昂	漏刻博士 朱裕 杜钺 五官灵台郎 田芾 五官灵台郎(征仕郎) 孙锦 五官司历 刘璇 保章正 潘景夔 刘镗 钦天监挈壶官 肖嵩 五官监候 夏祚 杨源 春官正 李鉴 夏官正(丞直郎) 徐浩 中官正 周佐 周濂 秋官正(丞直郎) 韩浩 冬官正(丞直郎) 刘瑄 五官挈壶正 李源 吴昇 皇甫政 五官司晨 李文	
世宗 1522—1566	华湘 杨启敬	杨绘 韩昂	承德郎春官正 李鉴 承德郎夏官正 刘镗 承德郎中官正 周濂 承德郎秋官正 潘景夔 吕鼎 承德郎冬官正 方楧 征仕郎五官灵台郎 王隲 致仕郎五官灵台 夏祚 修职郎五官保章正 臧隆 迪功郎五官保章正 朱禋 修职郎保章正 周沦 五官保章正 方楧 保章正 刘继贤 修职郎五官挈壶正 高懋 登仕郎五官司历 贾续宗 徐永 刘芳 五官司历 吴钦 钦天监博士 曾鹤宾 廖文政 钦天监冠带天文生 马能 天文生 金钟 周相	





续表

年代	司天监	监副	工作人员	备注
穆宗 1567—1572	杨启敬 周相		钦天监博士　杨启敬	
神宗 1573—1619	杨宏量 杨汝常 张应候 周子愚	杨汝常 张邦垣 徐江	春官正　李钦　戈谦亨 夏官正　薛承庆 中官正　刘文焕 秋官正　亨积庆 冬官正　戈近亨 五官正　周子愚 五官灵台郎　刘臣 保章正　戈永龄 五官司历　戈丰年 历官　李钦 钦天监官　叶常生 钦天监博士　杨邦宪　戴维清	
光宗 1620			历官　戈永龄	
熹宗 1621—1627			钦天监博士　张正道 五官灵台郎　张正道	
思宗 1628—1644	戈承科 戈近亨 （南京钦天监监正） 叶震春 张守登		历科夏官正　戈丰年 中官正　贾良栋 秋官正　周胤 五官司历　刘有庆　贾良琦 钦天监博士　邬明著　杨永裕 钦天监博士（南京）　陈于阶 博士　薛文灿　朱光显 漏刻博士　刘承志 天文生　刘崇儒　吕学望　朱国寿　周士昌　朱光灿　朱耀 历局生　黄宏宪　杨之华　祝懋元　王应遴　张寀臣　朱光大　朱廷枢　王观晓	后投靠李自成
李自成	王文炜		钦天监博士　杨永裕	
福王 1644—1645			钦天监挈壶博士　陈于阶	

(二)钦天监官员职掌

监正、监副。掌察天文、定历数、占候、推算之事,凡日、月、星食,风云、气色,率其属测候,有变异,密疏以闻。

每岁冬至日,呈奏明岁《大统历》;宪宗成化十五年改为十月朔日颁赐[①],然后移送礼部颁行。至于《御览月令历》、《七政躔度历》、《六壬遁甲历》、《四季天象录》,并先期进呈。凡历注、御历注三十事,民历三十二事,壬遁历七十二事。

祭日。前一年会选以进,移知太常。

营建、征讨、冠婚、山陵之事,奉旨选择年、月、日、时、方位进呈;若陵寝及各王府安葬、选择吉地,奏用其差委官生,各有次第,不许紊乱。

候气。凡每岁立春前期五日,本监官面奏差官二员,往顺天府候气,至日回监,具呈依书占奏。凡立春前期,候气官同顺天府官赴东直门外,导迎芒神春年至府。

大朝贺。凡遇时节正旦冬至及颁诏大礼,先期本监官面奏。设定期鼓于文楼,至期定时漏刻博士一员报时,五官司晨一员,立御道东鸡唱,五官司晨一员击鼓,漏刻博士一员登文楼上,候上升殿鸣鞭毕,报时官捧时牌报卯时,鸡唱官唱日出卯照万方光四表毕,击鼓五声。

日月交食。先期算分秒时刻、起复方位以闻;下礼部。若食不及一分,以及《回回历》虽食一分以上,则奏而不报。

其他官员的职掌则为:

五官正。推算历法、定四时;司历监佐协助。

灵台郎。辨日、月、星辰躔次、分野,以占候天文之变;观象台四面,每面四个天文生,轮司测候。

保章正。专志天文之变,定其吉凶之占。

挈壶正。知漏刻,以考中星、昏星之次。

漏刻博士。定时以漏,换时以牌,报更以鼓,警晨昏以钟鼓,司晨佐之。

洪武十七年(1384),还曾置稽疑司,以掌卜筮,设司令一人,正六品;左、右丞各

① 《明会典》卷二二三记载,略有不同;称:凡岁造《大统历》,先期二月初一日,进呈来岁历样,然后刊造一十五本,送礼部差人赍至南京并各布政司照样行印。

凡每岁进《御览月令历》、《大统历》、《七政躔度历》,洪武间以九月初一日进,后以十一月初一日进。当日以《大统历》给赐百官,颁行天下。《东宫历》同日于文华殿进。太皇太后、皇太后、中宫历。俱司礼监捧进,本监仍具本奏知.嘉靖十九年令,以十月初一日进历,颁赐百官。

凡颁历后,各王府差人于内府司礼监关领.其内府各衙门,亦于司礼监给散,如琉球、占城等外国.正统以前,俱因朝贡每国给予王历一本,民历十本,今常给者,唯朝鲜国王历一本、民历一百本。凡造历,以洪武甲子为历元,仍依旧法推算。不用捷法。洪武二十九年,钦定历注,永为遵守。



一人，从六品。属官有司簉，正九品，无定员，不久撤销。

(三)钦天监官员的俸禄

明朝官俸，在洪武初官俸全给米，间以钱钞兼给，钱一千、钞一贯，抵米一石。洪武十三年重定内外文武官员岁给禄米、俸钞之制；二十五年，更定百官禄。明成祖即位，令公、侯、伯皆全支米，文武官俸则米钞兼支。后几经演变成为：俸禄分本色俸和折色俸。本色俸内支米若干石外，又有若干折成银俸和绢俸，计算成银两；折色俸内有若干石为折成布俸，以银两计算，再有若干石以钞俸计算，这两项以贯计算。

根据《明会典》，我们辑录出与钦天监官员品秩相关的俸禄表(表 2—47)，以供参阅。

至于天文生食粮，月支七斗，阴阳人四斗，谯楼阴阳人止支三斗。隆庆四年(1570)规定人数：历科七十五名，天文科八十名，漏刻科三十五名，谯楼四十名，回回科五十名，各食粮供事。

至于其他物资配给，《明会典》亦载："凡观象台、谯楼合用灯油木炭及祭祀斋宫，调品壶漏，亦有油炭，俱行礼部，坐派顺天府送用。"

表 2—47 明朝钦天监各品秩俸禄表

品秩	俸禄总数(石)	本色俸：支米、折银、折绢部分					折色俸：折布、折钞部分				
		本色俸(石)	支米(石)	折银俸(石)	折绢俸(石)	银两钱分	折色俸(石)	折布俸(石)	银两钱分	折钞俸(石)	共有贯数
五	192	75.6	12	53	10.6	40 8 1	116.4	58.2	1 7 4.6	58.2	1164
六	120	66.0	12	45	9.0	34 6 5	54.0	27.0	8 1.0	27.0	540
从七品	84	51.6	12	33	6.6	25 4 1	32.4	16.2	4 8.6	16.2	324
正八品	78	49.2	12	31	6.2	23 8 7	28.8	14.4	4 3.2	14.4	288
从八品	72	46.8	12	29	5.8	22 3 3	25.2	12.6	3 7.8	12.6	252
正九品	66	44.4	12	27	5.1	20 7 9	21.6	10.8	3 2.4	10.8	216
从九品	60	42.0	12	25	5.0	19 2 5	18.0	9.0	2 7.0	9.0	180

凡观象台观候官生，万历四年(1576)题准，每二岁给予胖袄一次。

事实上，弘治元年(1488)，已规定每两年一次给观象台官生御寒毛袄，冬初具题行工部关领。

《明会典》又载："凡本监俸粮，初于礼部支给，后从户部拨本监，自行收放，今于禄米仓关支。"



明朝钦天监官员待遇，此为其概略。

(四)钦天监官员的升迁、考核

凡钦天监官不由常选，监正监副有缺，于本监官内五官正；五官灵台有缺，于属官内；保章正以下缺，于天文生内，俱从礼部送吏部奏补。

《明会典》载："洪武六年规定，凡钦天监人员，令永远不许迁动，子孙只习学天文历算，不许习他业，其不习学者，发海南充军。凡本监官升迁，俱从礼部考选查拟，转送吏部铨注。"

弘治十一年，令访取世业原籍子孙，并山林隐逸之士，及致仕退闲等项官吏、生儒、军民人等，有能精通天文历数、阴阳地理及五星子平、遁甲大定、六壬、龟卜等术者，每府不过一二人，试中收充供役。

正德十四年(1518)题准："本监堂上官，从公选取官生聪俊子弟，并堪充教师人员，送礼部考选年资、艺术相应者，发回本监各科。各置课簿，明立教条，按月考试，礼部仍委官一员，并本监堂上官三员，相兼提督。仍置印信文簿二本，按季考试，附写次第，一本存留备照，一本印封送部查考。每年终，连人簿送部，督同本监堂上官，出题考校，以验勤惰，定其高下，如无进益，连该科教师，亦量加责罚，以示劝惩。"

这项规定，可以认为是对正德十一年奏准"各科有缺，选本科专业精通者送补"的补充。

嘉靖十一年议准："天文等科八品、九品官员缺，将本科食粮十年以上人役考补。其职专鸡唱报时官，必选年力壮盛、声音洪亮者，不在食粮十年之限。监正有缺，于监副内推补；监副有缺，于各科六品、七品及挈壶正、主簿等官历俸年深并考满加俸者推补。如无年深加俸官员，宁悬缺以待。各科六品、七品官员缺，于八品官内考补。保章挈壶员缺，于该科司历、司晨博士等官考补。司历、司晨博士员缺，于该科专业人役内考补。"



嘉靖三年又奏准："凡内灵台教师[①]，三年教有成效，量授署职，仍于本台教习。"嘉靖六年，再奏准："凡本监官生人等，一体考试。"

隆庆四年题准："天文生有缺，候年终类考，先尽嫡男顶补，如户绝及嫡男艺业生疏者，方将习学余丁，照数收补，其嫡男，仍候再考定夺。"

对于年六十以上的天文生，嫡男许告替补，无嫡男者，族丁许告习学，仍照前例考补，如缺役数多，准以习学子弟添充，俟其考中，方与收粮，每姓册籍，止以祖户一

---

① 对钦天监教师同样规定：凡天文生，止选世业子弟，立教师教习有成，遇缺于内选补，其教师亦量升授。



丁为户首，其续收补及余丁，各附祖户之下，不许一族另立数户，一丁开写数处，希图朦胧顶补。

对钦天监官生，亦有考核处罚规定。成化三年(1467)奏准："凡本监官犯罪，该为民者，本监降用；该充军者，备由奏请定夺。"

弘治十三年(1500)规定："凡天文生有犯，徒流，照旧例决杖一百，余罪收赎，笞杖，有力纳钞，无力的决。其犯窃盗掏摸抢夺等项，亦刺字充警，并杂犯死罪，俱做工，不在收赎之限。"十七年又奏准："天文生犯该充军，果系习业已成，能专其事者，照例间断充军，仍在本监应役。其习业未成，未能专事者，即同凡人发遣。"

不仅如此，还有这样的规定："凡天下府、州、县，举到阴阳人，堪任正术等官者，俱从吏部送本监，考中，送回选用，不中者，发回原籍为民，原保官吏治罪。"

(五)明朝的灵台和历局

明朝的灵台较多，有内灵台、中都观象台、回回司天台、南京观星台和北京观星台等。

南京和北京皇宫内都设灵台，称内灵台。

南京内灵台。《新疆回教考》载：

> 吴谅，原名马沙亦黑，撒马儿国人也。随西使陈诚来中国。太祖深奇之，命制浑天仪，以正前代得失，授为刻漏博士。所著有《法象书器篇》。帝特设回回博士科，以官其偕来者。并命刘基、吴宗伯译其经。寻授内灵台太史院，永乐二年，随驾征燕京，授钦天监五官灵台郎，世袭秋官正职。

从这一记载可以见到南京内灵台的痕迹，但没有更详尽的文献记录。

北京内灵台，有永乐和洪熙两座。

永乐内灵台。《图书集成考工典引皇明大政记》称：

> 成祖永乐二十二年(1424)，作观天台于禁中。《明通纪》云：在子城西偏，一名灵台。

《顺天府志》称：

> 织女桥，桥一。内务府所属掌仪司署在桥南。《明史》：永乐二十二年十二月，作观天台于禁中。芜史：御用监又南向西，则银作局也，再南过桥，曰灵台，亦称观象台。铜铸浑天仪，以测星度，观云气。

《明孝宗实录》载有记述内灵台事务奏章称：

> 先是，钦天监冠带儒士朱祚陈本监利病……一谓国朝外设观象台，令天文生占候。内设灵台，令内臣占候用，较察异同勤惰，而近时外台生每预报，内台官雷同附和。又本监历书政事，内台往往干预，皆宜禁止。

洪熙内灵台。《明仁宗实录》载：

洪熙元年(1425)七月乙巳，仁宗少侍太祖，晓识天象，长益探究，或钦天监所陈有讳避者，辄见穷诘。既即位，作台禁中，时自观察而预言休咎之应多奇中，遇灾变必警饬。

从以上文献记载看来，北京禁中确设内灵台。我们再从《明史·天文志·一》看：

景泰六年，又造内观象台简仪及铜壶。

这一记载更证实其为真。然而，永乐与洪熙内灵台，是否同属一座，已无可考。

中都观星台。《明实录类纂·太祖实录》载：

洪武五年七月甲寅，建中都观星台于蜀山。

这是见于第七十五卷；而同书第九十一卷又载：

洪武七年七月壬辰，造观星台于中立府，命钦天监令管豫往董其事。

中都，即今安徽临濠府。洪武二年立为中都；七年，改称凤阳府。而中立府，为洪武六年中都的改称；七年，又称凤阳府。当时的治所为现今安徽凤阳县东北临淮关。那么，此两处记录实为同一座观星台。可以这样猜想，第一记录为兴建时间，第二记录为最后完成的日期。

回回司天台。《明实录》载：

洪武十八年，在鸡鸣山上筑钦天监观星台，而在雨花台上设回回钦天监观星台。

回回钦天监观星台现已无文献可详考。至于钦天监观星台，即南京观星台，《明史·天文志》载：

洪武十七年造观星盘，十八年设观象台于鸡鸣山。

《大明一统志》载："鸡鸣山旧名鸡笼山。"清康熙《江宁府志》载："明初于鸡笼山巅置仪表以测象纬，名观象台，亦曰钦天山。"明初，把元司天台仪器全部南运，置于南京观象台。

神宗万历二十六年(1598)，曾于三年前来过南京的意大利传教士利玛窦，如今故地重游，参观了观象台，记有："城之一边在墙以内有一高山，山上有广大平台，宜于天文观测。建筑极伟观，为观测员住宅。平台以上有铜制观测仪器，不但伟大而且美观，为欧洲所不及。"

《利玛窦来华始末记》也载："……当时台中仍有司天者在台考察天象，终夕观测具极勤。台上陈列铜制天球、日晷、相风杆、浑天仪、简仪等器，结构精巧，利玛窦极叹美之。"当时欧洲的巴黎、伦敦均未建观象台，而东方的中国南京的观象仪器已精致壮观，难怪利玛窦不得不为之赞叹。

《明实录类纂》又载："正统九年二月，命修南京钦天监观星台。"这是常规性的



维护修理。

北京观星台。明成祖于永乐十九年迁都北京，但没有把南京天文仪器运回，由于条件所限，只在齐化门（后改朝阳门）附近城墙上进行观测。至永乐二十二年，内灵台虽已建立，但仍没有大仪器可施用。宏大的元代司天台已毁于战争。明朝初期的北京观星台和钦天监署等项工程，直到正统初才开始着手建构；在这之前的钦天监，只以行在钦天监名义出现。

明英宗正统二年，行在钦天监正皇甫仲和奏称："南京观象台设浑天仪、简仪、圭表，以窥测七政行度。而北京乃止于齐化门城上观测，未有仪象。乞令本监官往南京，用木做造，挈赴北京，以较验北极出地高下，然后用铜别铸，庶几占测有凭。"得到批准。正统四年，在北京造成铜浑天仪、璇玑玉衡、简仪。五年九月，明英宗御制观天器铭。原词气度恢宏；谨摘数句，可见全貌：

> 粤古大圣，体天施治。敬天以心，观天以器。
>
> 厥器惟何，璇玑玉衡。玑象天体，衡审天行。
>
> ……
>
> 简仪之作，爰代玑衡。制约用密，疏朗而精。
>
> ……
>
> 政纯于仁，天道以正。勒铭斯器，以励予敬。

明朝对北京观星台的经营不遗余力。《明实录·英宗》载："正统七年二月壬子造会同馆及观星台，三月戊子造观星台成。"

正统十一年，监臣言："简仪未刻度数，且地基卑下，窥测日星，为四面台宇所蔽。圭表置露台，光皆四散，影无定则，壶漏屋低，夜天池促，难以注水调品时刻，请更如法修造。"得到批准。十二年冬，监正彭德清又奏请："北京，北极出地度、太阳出入时刻与南京不同，冬夏昼长夜短亦异。今宫禁及官府漏箭皆南京旧式，不可用。"亦得同意，令内官监改造。

正统十四年[①]，监臣请修晷景堂，亦从之。

明孝宗弘治二年，钦天监监正吴昊奏说："考验四正日度，黄赤二道应交于壁、轸。观象台[②]旧制浑仪，黄、赤二道交于奎、轸，不合天象，其南北两轴不合两极出入之度，窥管又不与太阳出没相当，故虽设而不用。所用简仪则郭守敬遗制，而北极云柱差短，以测经星去极，亦不能无爽，请修改或别造，以成一代之制。"事下礼部，复议令监副张绅造木样，以待试验，黄道度许修改。

弘治十四年十二月，改造观象台浑仪及简仪。

① 《明史·天文志》为正统十四年，《明实录·英宗》为正统十一年。

② 《明史》及《日下旧闻考》都称观星台为观象台。

嘉靖二年九月，再修观象台占风杆及浑天仪、简仪。嘉靖七年，始立四丈木表，以测圭影定气朔。由是钦天监之立运仪、正方案、悬晷、偏晷、盘晷诸式具备于观象台，一以元法为断。

《日下旧闻》一书的记载，可以见到明朝观象台的景观：

> 观象台在城东南隅。台下有浑天仪，铸铜为器，四柱以铜龙架而悬之。又有简仪，状相似而省十之七，止周围数道而已。玉衡亦以铜为之，如尺而首尾皆曲，有二孔，对孔直隙以候中星。又有铜球，左右转旋以象天体，以方函盛之，函四周作二十八宿真形。南面有正统御制铭。台下小室有量天尺，铸铜人捧尺北面，室穴其顶，以候日中测景之长短。中为紫微殿，殿旁有铜壶滴漏。

从此，观星台及台下以紫微殿为主的建筑群就是现在所看到的规模和布局。

明世宗嘉靖年间(1522—1566)北京曾发生过地震，震后对观星台进行过一次大修，其后没有什么大的变动。

历局。崇祯二年九月，为修改《大统历》需要而设置的临时性机构。当时地点在北京宣武门内大时雍坊首善书院。此书院原为明万历五年进士邹元标和万历十七年进士冯从吾讲学时所建。历局开始时由徐光启督领，崇祯六年徐光启去世，由李天经继任。以研究、翻译西洋天文学和历算为主，此局又称西局。崇祯四年，布衣魏文魁编撰《历元》、《历测》二书，提出与西洋历算相核验，后奉召人京，于北京东城另成立东局，以从事中国传统历法的推算。东局地点今已无可考。

下面叙述成立东、西两历局的历史背景。

自施行《大统历》以来，对日、月食的推算多次发生错误。远可溯自景泰元年正月和成化十五年十一月的日食，都不符合。成化十七年，真定教谕俞正已上改历议，开改革的呼声，但终受压制，以至下狱。其后，至弘治年间，月食计算屡不应，日食亦差。正德十二三年间，连推日食起、复，皆误。及至万历二十年五月甲戌夜月食，监官推算竟差一天。二十三年，朱载堉进《圣寿万年历》、《律历融通》二书，提出改历议。礼部尚书范谦建议将历书发钦天监参订测验。此时，河南佥事邢云路亦上书请求改历。钦天监正张应侯指责为僭妄惑世。但是范谦主持正义，称："历为国家大事，非历士之所得私，不宜妒忌。"并提出以邢云路提督钦天监，率领官属，精心测候。万历三十八年，钦天监推算十一月朔日食分、秒、亏圆之候，职方郎范守已上书驳斥其误。于是，礼官提出："应请求博知历学者。"

五官正周子愚首次推荐称：大西洋归化远臣利玛窦(Natteo Ricci，意大利人，1552—1610)，庞迪莪(P de Pantoja，西班牙人，1571—1618)，邓玉函、熊三拔(S. d. Ursis，意大利人，1575—1620)，汤若望和龙华民(Micolas Longobardi，意大利人，



1559 — 1654)等，携有西洋历法，多为中国典籍所未备；而在其先有利玛窦，此后各位俱精天文历算。此时，礼部亦奏请："聘邢云路、范守已、徐光启及南京工部员外郎李之藻诸精历理者，与西洋历家同译西方历法，以供参订修改。"不久，邢云路、李之藻皆奉召至京，参改历事；邢云路以中法为主，李之藻以西法为宗。

崇祯二年五月乙酉朔日食，徐光启依历法计算，《大统》、《回回历》也进行推算，届时核验徐光启法准；于是崇祯帝切责监官，而以徐光启督修历法。不久，徐光启上《历法修正十事》，并推荐李之藻、龙华民、邓玉函参加，得到批准，于崇祯二年九月二十二日开设历局。这就是历局设置的起因。

崇祯三年，四川荐诸生冷守中精历学，以所呈历书送局。徐光启指出其误，并预推次年四月四川日食时刻，令其届时比测。结果，冷守中所推日食差二时，而徐光启适合。

在此同时，满城布衣魏文魁著《历元》、《历测》二书，令其子象乾进《历元》于朝，通政司送历局考核。徐光启指出其错落七事，而魏文魁反复论难。徐光启重申详论，著为《学历小辨》一书。

崇祯六年冬十月，徐光启因病辞去历务，以山东参政李天经代之，不过一个月，徐光启去世。第二年，魏文魁上言：历官所推的交食节气皆误。于是，命他入京测验。这样，推算历法的除《大统》、《回回》之外，李天经为西局，魏文魁为东局。

随之，西、东两历局展开测验论证；屡测交食、凌犯，皆以新法为密合。但是，魏文魁多方阻挠，再加上内官支持，使崇祯亦难以决定，只好诏令李天经同监、局虚心研究，务祈画一。

崇祯八年，两局推算水、木、火、月的位置，西局准确。崇祯九年正月十五日辛酉，晓望月食。李天经及《大统》、《回回》、东局，各预推亏、圆食甚分秒时刻。李天经恐届时云掩难见，就按里差，计算河南、山西所见时刻，奏遣官员分行测验。这一天，李天经与罗雅谷、汤若望、大理评事王应遴、礼臣李焻及监局张守登、魏文魁等赴台测验，结果李天经推算独合；而河南所报尽合原推，山西则因云掩无从考验。

崇祯十年正月辛丑朔，日食。《大统》、《回回》、西东两局各自推算。李天经预推北京见食一分一十秒；《大统》推算一分六十三秒，《回回》推食三分七十秒，东局推算止游气侵光二十余秒。至食时测验，唯李天经为密。这样，当时准备废《大统历》而采用新历，然而管理历局历务代州知州郭正中言："中历必不可尽废，西历必不可专行。四历各有短长，当参合诸家，兼收西法。"这就使得崇祯十一年正月，仍诏"行《大统历》，而交食经纬、晦朔弦望，因年远有差者，旁求参考新法与回回科并存"。

可是，在崇祯十四、十五、十六年按《大统》编算的历书，经李天经指出：置闰、交

节气有误，崇祯至此深知西历之密。恰好，十六年三月朔日食，经测验西法正确。于是，在这年八月，诏命“西法精密，用其改为《大统历》法，通行天下”。然而，不久国变，竟未施行；西局、东局的论争亦随之结束。

二、明朝重大天文活动及贡献

明朝在历法研究、仪象制作方面，虽然比元朝逊色，但在重建北京天文机构，编译回回历等，则有所建树。及至晚明，时逢西学东渐的机遇，启中西文化交流的先河。西洋自然科学从此输入中国，进行翻译，汲取其长，以致《崇祯历书》的产生，皆为这时期的特色。

（一）仪象和钦天监机构的建设

《明实录·英宗》载：“明正统四年十月造浑天仪，璇玑玉衡、简仪……正统七年四月癸卯建钦天监于大明门之东。”

有关浑天仪、璇玑玉衡、简仪的制作，这里需要补充的是《明史·天文志》所载：

> 万历中，西洋人利玛窦制浑仪、天球、地球等器。仁和李之藻撰《浑天仪说》，发明制造施行之法，文多不载。其制不外于六合、三辰、四游之法。但古法北极出地，铸为定度，此则子午提规，可以随地度高下，于用为便耳。
>
> 崇祯二年，礼部侍郎徐光启兼理历法，请造象限大仪六，纪限大仪三，平悬浑仪三，交食仪一，列宿经纬天球一，万国经纬地球一，平面日晷三。转盘星晷三，候时钟三，望远镜三。报允。

此引文前段系属西洋仪象，似乎与明代钦天监无关。然而，应当注意到：在明末，利玛窦作为主要使者，利用西洋天文仪象，进而译述西方科学书籍，揭开中西文化交流的序幕。西洋天文仪象的足迹，已经来到了中国。而引文的后段中徐光启的倡议，与其互有因果相承。

据史载：日晷和星晷，似已制成，因崇祯当时曾命太监卢维宁、魏国征至局验试用法。同时也制成七政象限大仪二座、测星纪限大仪一座，其余的是否制成，已无文献可考。

至于漏刻的贡献，只有崇祯八年李天经奏请制造沙漏。明初，詹希元以水漏到冬天水冻不能行用，故以沙代水。但是沙行太快，未协天运，于是在斗轮之外再加四轮，称五轮沙漏。这四轮皆三十六齿。后来，周述学认为斗轮的窍太小，沙容易堵塞，就把它改制为六轮，其中五子轮都是三十齿，同时把窍适当加大，这样，运行就开始与晷景相一致。



这就是明朝仪象建设的概略。在这里，似乎应留有少量篇幅，来介绍利玛窦是如何在中国宣扬西洋仪象的。

1584 年前后，利玛窦刚进广州肇庆不久，即展览并制作浑天仪、天球仪、日晷和地球仪。用铜做成制品，对各层天作了说明，把地球表面的原来形状表示出来。又在铜板上雕刻各种日晷，还向当地士大夫讲解推算日历方法。1595 年利玛窦到南京后，除继续制造上述各种天文仪象外，还制成象限仪、纪限仪，并给观众讲解使用方法。1601 年，利玛窦到北京后，在天主教堂陈列千里镜、地球仪和简平仪等。

了解到这种历史背景之后，就可以清楚地理解崇祯二年徐光启的建议是必然的进展。

下面叙述明朝北京钦天监的建设。据《明实录·英宗》称："正统七年四月，建宗人府、吏部、兵部、户部、工部、鸿胪寺、钦天监、太医院于大明门之东，翰林院于长安左门之东。"这表明当时大力经营建造的国家中央枢纽机构，包括钦天监在内，已在这年完成。

《日下旧闻》又载：

> 钦天监在阙东礼部之后，西向。

把它的方位亦叙明了；这官署为其后的清朝所承用。

《日下旧闻》载有明宣宗钦天监箴。箴，是一种规诫文体，含有上级对下级告诫之意。然而，明宣宗在位于英宗之前，新钦天监成立于宣宗以后。此钦天箴可能为对当时的行在钦天监而作，非为其后的新钦天监谕示。然因其含义深远、文辞清新，体现了统治者对天象历算的重视；苟列于此，以聊备一格。

> 五帝之世，万象肇兴。建官作式，后世袭承。
> 惟我祖宗，德合尧舜。天道民事，尤笃钦慎。
> 尔职于斯，夙夜惟寅。用率厥属，咸致其勤。
> 必精推策，必审观候。庶副钦若，爰及敬授。
> 行奉天道，动协时宜。在予靡愆，实尔之资。
> 惰慢而失，灾咎而隐。予则汝罚，勖哉惟谨。

（二）明朝历算研究成果

万历三十六年（1608），邢云路任陕西按察使时，曾在兰州建造历史上最高的木制六丈高表，并以这高表测景，算得这一年立春时刻与钦天监所推的不同，于是写成《戊申立春考证》一卷，书中提出一回归年长度为 365.242190 日，同现代理论计算值只差 2.3 秒，这一精确度在当时属世界先进水平。

他在这前一年，已完成《古今律历考》七十二卷，论证古今历法，在书中提出：

“太阳为万象之宗，居君父之位，掌发敛之权；星月借其光，辰宿宣其气。故诸数一禀于太阳，而星月之往来，皆太阳一气之牵系也。”这种思想可以认为是太阳引力的原始概念。

明嘉靖年间，朱载堉编制两种历法：《黄钟历》和《圣寿万年历》。他通过比较《授时历》和《大统历》的差别，根据先秦时期太阳位置的记载，以大量的计算得出回归年每年消长 0.00000175 日的精确值，这一值超过南宋杨忠辅和元代郭守敬的精度[①]。

朱载堉还曾应用郭守敬发明的正方案，测出北京地理纬度为 40°16″；测得北京地磁偏角为 4°18″。这是我国历史上留下的第一个有关地磁偏角的记载，为研究地磁轴的历史变迁提供了宝贵数据。

(三)翻译和编撰书籍

1.《明译天文书》

洪武元年改太史院为司天监，又增置回回司天监，下命征取元朝太史院使张佑、张沂，司农卿兼太史院使成隶，太史同知郭让、朱茂，司天少监王可大、石泽、李义，太监赵恂，太史院监候刘孝忠，灵台郎张容，回回司天监黑的儿、阿都剌，司天监丞迭里月实 14 人，来南京供职。接着又诏召元回回司天台官员郑阿里等 11 人，到南京共议历法。洪武十五年，朱元璋认为回回历推测天象最精，下令翰林李翀、吴伯宗和钦天监官员黑的儿、阿答兀丁，会同回回天文家马沙亦黑和马哈麻等人翻译回回历书。这些阿拉伯的天文历书，是大将徐达平大都时，从回回司天监中收缴而来，多达数百册。洪武十六年译毕，名为《天文书》，分四卷共五十八章；后称《明译天文书》。

在该书第一卷第八章中，首先提出：杂星有“大显者”，为第一至第三等；以下“微显者”，为第四至第六等。这就是星等的概念。又选出亮星 30 颗，列出其属于黄道十二宫的哪一宫、黄经、黄纬及托勒密《天文大成》星表的编号。该星表的原作者，据称是阔识牙耳(Kushyar ibn Labban，约 971—1029)，为波斯天文学家。该星表曾引起尔后的中外天文学家的兴趣，作了较周密的考证。

2.《七政推步》

成化八年(1472)，钦天监监副贝琳受命编译《七政推步》，至成化十三年完成。事实上，根据清朝梅文鼎考证，《七政推步》与《明译天文书》同为回回历。贝琳在

---

① 统天历 T=365.2425−0.000002116(t—1195)
授时历 T=365.2425−0.000002(t—1281)
黄钟历 T=365.2425−0.00000175(t—1281)



《七政推步》跋中，阐述编修的原因，乃为恐其“岁久湮没”。《七政推步》一书的贡献有以下四方面：

（1）重新整理编译，加注释，并补充某些原稿所没有的内容，其历法数据和内涵完全一致。例如，在《回回历法》释七曜和宫日中，只给出七曜的序名和十二宫的宫名及各宫日数，但在《七政推步》中，同时还给出了七曜和十二月名的波斯文名号。在介绍回历本身宫分、月分闰日的求法中，还介绍了中国闰月的求法。

（2）《回回历法》中给了 29 份立成表，以供计算查找，可减少重复计算。但在实际计算中，还发现有许多重复工作。于是，《七政推步》又增加了：日五星中行总年、零年、月份、日分立成；日躔交十二宫、初日立成；太阴经度总年、零年、月份、日躔交十二宫初、日分立成等十份算表。

（3）刊载了第一份中西星名对照表。《七政推步》中载有《黄道南北各向内外星经纬度立成》表，表中有 277 颗恒星的中西名称、黄经、黄纬和星等。这是有史以来，中西星名对译的创举。这些恒星都集中在双鱼、白羊、海兽、金牛、人、阴阳、巨蟹、狮子、双女、天秤、天蝎、人蛇、人马、摩羯、宝瓶等星座。其中人、人蛇、海兽三星座是现代西方星座所没有的。

（4）刊载了 13 幅采用黄道坐标的星图。采用黄道坐标，也是在中国首次出现。画法以黄经、黄纬为纵横坐标，以黄道为中心轴的横线，每度一格，黄纬包括南北各 10 度范围。具有阿拉伯天文学的特点。这 13 幅图统称为“凌犯入宿图”。用它可以预报月亮、五星与各恒星凌、犯的动态。

3.《浑盖通宪图说》

这是李之藻编译介绍的第一部西方科学著作。该书原为利玛窦的老师克拉维乌斯(P. Christophus Clalaius，1537 — 1612)，或称为丁先生的著作《星盘》(AS-Trolabium，1593)；李之藻据此以主要介绍星盘，并结合他从利玛窦学习而得的数理，写出了一部论证《周髀算经》、浑天、盖天学说的作品，共二卷，于万历三十五年印行。

4.《同文算指》

是李之藻主要根据丁先生的《实用算术概论》(Epitome arithmeticae Practicae，1585)编译而成的。分为十卷，万历四十二年刊行。卷次：

首编，主要论述整数和分数的四则运算。

通编，论述比例、盈不足、级数、多元一次方程组、开方与带从开平方等。

别编，只载“截圆弦算”一节。

这是介绍的笔算，与现今的算法十分相近。

5.《乾坤体义》

根据丁先生的(gn sphaeram Joanmis de Sacro，Bosco Commentarius，1585，

1602,1606,1607)著作,利玛窦加以编撰成《乾坤体义》一书,因而书中包含利玛窦的著作,但同时也收有李之藻的作品,经两人的编译而传入我国,书分上、下两册,共三卷:

上卷:《天地浑仪说》,附有《四元论》;

中卷:论日球大于地球,地球大于月球;

下卷:《圜容较义》[1],讲述比较图形关系几何学,包括多边形、多边形与圆、锥体与棱柱体、正多面体、浑圆与正多面体等之间的关系。主要结论是周长相等时,任何多边形的面积都小于圆。同理,表面积相等时,球的体积为最大。

《圜容较义》于万历三十六年编成;而《乾坤体义》则在四十二年印行。

6.《寰有诠》

李之藻与葡萄牙耶稣会士傅泛际(F. Furtado,1587—1653)合译的书籍[2],这是亚里士多德《论天》一书的注释本,内容涉及西方宗教与宇宙论,并介绍了当时的天文新发现。

7.《天问略》

是一部以问答为体裁的作品,葡萄牙耶稣会士阳玛诺(Emmanuel Diaz,1574—1659)条答,周希令、孔贞时、于应熊等同阅。该书介绍了托勒密系统的十二重天说;太阳在黄道运行和节气、昼夜长短;月亮圆缺和交食深浅;伽利略用望远镜观测的成果,如:木星有四颗卫星,银河可分解成许多星星,金星也有圆缺等。

8.《几何原本》

徐光启与利玛窦合译丁先生的《几何原本》(*Clavius Euclidis elementorum libri* XV,1591,1603)著作。此书经过历代数学家,特别是中世纪阿拉伯数学家们的注释,又经他们之手传入欧洲,对文艺复兴以后文化科学的兴起,产生了很大影响。其概念的明晰,逻辑推理的严谨,与科学实验结合而成为近代科学产生和发展的前提。此书虽非属纯粹天文学,然而,此书与李之藻翻译的《同文算指》的问世,是为西洋历算输入中国之始。其历史意义不单单是数学,更主要的乃是训练思维。因而,徐光启在《几何原本杂议》中称:"能精此书者,无一事不可精。能学此书者,无一事不可学。"实为高明的见解,再加上译文极浅显、流畅,故其在当时影响甚大,对其后尤具启迪之功。

徐光启译出的是《几何原本》前六卷。及至清朝,数学家梅文鼎对此前六卷的

---

① 这是利玛窦根据丁先生的 Trattato della figura isoperimetre 编撰的。

② 根据葡萄牙科因布拉大学的教材 *Commentarii collegii conimkbricensis S. I. in quatvor libros de coelo aristotelis stagiritae* 一书。



有关内容进行研究，导得许多成果，收入他的《几何补编》一书。他研究了曾经构成开普勒宇宙图景的基础，正多面体及球体的互容问题；同时，又引进了球体内容等径相切小球问题，并指出其解法与正、半正多面体构造的相关。

继《几何原本》前六卷之后，还有后九卷，清朝李善兰任职于上海墨海书馆时，与英国传教士伟烈亚力(Alexander Wylie,1815—1887)合力续成徐光启未竟之业，历时四年方始译毕。至此，这一几何经典始以全璧流传于中国。中国天算家愿一睹全书之风采者，至此方如愿以偿。

《几何原本》前六卷译成于明万历三十五年，初刻于明万历三十九年；《几何原本》十五卷本，则在清同治四年(1865)在金陵问世。

在晚明中国古典天文历算处于低潮之时，中西文化交流趋势中的大量译作，为这时期带来生机[①]。

9. 崇祯历书

明朝末年，徐光启主持历局，率领我国历算家，并延聘西洋传教士中精于历法者，共同修撰；自崇祯四年起至崇祯十一年方始编成。其规模恢宏，内容更新，标志着振兴历算的里程碑。而后清朝的《时宪历》，即从《崇祯历书》演变而来。

最初参与者为中国李之藻，西洋传教士龙华民、邓玉函等，共译西洋书籍，工作开展得很顺利。不料，邓玉函于崇祯二年历局开始后一年，因病逝世。于是，徐光启又呈请聘用汤若望和罗雅谷[②]，两人于崇祯三年夏、冬分别由河南开封和陕西西安来京。李之藻在完成第一批译述的当年不幸逝世。这样，重任就落在龙华民、罗雅谷、汤若望和徐光启的身上了。

在历局开始工作之前，徐光启就已深思熟虑，先后在崇祯二年七月十一日、二十六日，向崇祯呈上《奉旨修改历法开列事宜乞裁疏》和《条议历法修正岁差疏》，提出：议选人员、议博访取、议用钱粮、议考成绩等四项构想。而后一奏疏又申明历法修正十事、急用仪象十事、度数旁通十事、修历用人三事，都得到批准。经过高效率工作之后，于崇祯四年正月二十八日，第一次进呈书目，计历书总目一卷，翻译撰述书表二十三卷。

① 在这时期，较有名的译著还有：

《简平仪说》，徐光启译，原意大利传教士熊三拔制简平仪，专用以测太阳赤经、赤纬，定时刻，定纬度。

《表度说》，熊三拔著，周子愚、卓尔康笔记，是专讲日晷著作。

《远镜说》，德传教士汤若望译，专介绍望远镜书籍。

《天学初函》，李之藻将当时传入的西洋著作，编成《天学初函》二十种，分器编和理编两部分。

《测量法义》，徐光启译。

② 《修改历法请仿用汤若望罗雅谷疏》，崇祯三年五月十六日。

历书总目：

节次六目

一曰　日躔历

二曰　恒星历

三曰　月离历

四曰　日、月交会历

五曰　五纬星历

六曰　五星交会历

基本五目

一曰　法原　天文学理论

二曰　法数　天文表式

三曰　法算　必须的天文计算数学知识，主要是三角和几何

四曰　法器　天文仪器方面的知识

五曰　会通　中西各种度量单位的换算表

翻译撰述书表：

书五卷

日躔历指一卷　属法原

测天约说二卷　属法原

大测二卷　属法原

表一十八卷

日躔表二卷　属法数，属日躔

割圆八线表六卷　属法数

黄道升度表七卷　属法数

黄赤距度表一卷　属法数

通率表二卷　属会通

崇祯四年八月初一日，进呈第二次书目，计二十卷，另一折。

测量全义十卷

恒星历指三卷

恒星历表四卷

恒星图像一卷

揆日解订讹一卷

比例规解一卷

恒星总图一折





崇祯五年四月初四日，第三次进呈三十卷。

月离历指四卷

月离历表六卷

以上系远臣罗雅谷译撰

交食历指四卷

交食历表二卷

以上系远臣汤若望译撰

南北高弧表一十二卷

诸方半昼分表一卷

诸方晨昏分表一卷

以上系二臣指授监局官生推算

不久，徐光启得病，于崇祯六年九月二十九日奏《历法修正造成，书器缮治有待，请以李天经任历局疏》称："臣以衰龄，婴此重疴，犬马之力已殚，痊可之期尚遥。新成诸书共六十卷。"

黄平象限共七卷	火、木、土二百恒年表并周岁时刻表共三卷
交食表共四卷	交食历指共三卷
交食诸表用法共二卷	交食简法表共二卷
五星图一卷	木星加减表一卷
方根表二卷	土星加减表一卷
日躔表一卷	五纬总论一卷
日躔增一卷	恒星总图八幅

以上三十卷，皆经徐光启过目，业已誊缮。但还有尚属草稿的三十卷：

火、土、木经度三卷	三星纬度一卷
三星表用法一卷	三星纬表一卷
日躔考二卷	交食蒙求一卷
夜中测时一卷	古今交食考一卷
日月永表二卷	金、水二星历指二卷
日月五星会望弦等表一卷	火星加减表一卷
	金、水二星表四卷
高弧表五卷	甲戌乙亥二年日躔细行二卷
恒星出没二卷	

其中经徐光启过目的占十分之三至十分之四，徐光启自己编理的占十分之一至十分之二，亦都续写进呈。此次进呈不久，即十一月八日，徐光启去世。其余遗留的

事情，由李天经进行。前三十卷李天经于崇祯七年七月，作为第四次进呈，后三十卷于同年十一月作为第五次进呈①。

《崇祯历书》采用的是第谷体系，认为地球为太阳系中心。日、月、诸恒星都绕地球运动，而五星则绕日而行。这比伽利略所介绍的托勒密体系稍有进步，可是对已经出现的更先进的哥白尼体系则没有介绍。因而仍然用本轮、均轮来描述日、月、五星的动态，对开普勒行星三定律也未介绍，这是其缺点。

不仅如此，对一些基本天文数据，如：日、地距，它定日地距离是地球半径的1180倍；而把太阳半径定为地球半径的151倍；定月亮近地点距离为地球半径的22倍；同时，把恒星的距离，都定在14000倍地球半径的恒星天球上；而且，否认月球、太阳有自转。这是其错误。

至于其优点，在于：引入了明确的地球概念，经度、纬度及有关的测定和计算方法。从而使得在日、月食计算方面，比中国传统方法前进了一大步。例如：周日视差（当时称为地平经差）的改正，就比古代的经验近似算法要好得多。此外，引进了球面和平面三角学，提供了更准确的计算公式，比元朝《授时历》的“弧矢割圆术”要进步。再有，引入了蒙气差的数值改正。区别了冬至点和日行最速点，亦即过近地点的不同；并且得出太阳轨道近地点每年前进约45″（现代值为61.8″）。至于岁差值为70年又7月西退一度；回归年长度取为365.242187日，这已是相当接近了。

在坐标系方面，引进了严格的黄道坐标系，采用从赤道起算的90°纬度制和十二次体系的经度制，即把赤道圈从春分点开始，等分成12份，每份30°，计量赤经时从每个分点开始，由西向东量度，这要比二十八宿系统的计算来得准确。

在度量体系上，分圆周为360°；一日为96刻；采用60进位制。在历法制度上，彻底采用定朔、定气注历，并以无中气之月为闰月。

（四）明朝的恒星观测

崇祯初年，徐光启率领历局人员汤若望、龙华民、罗雅谷进行恒星观测，参加成员还有祝懋元、杨之华和陈应登；计算者为李遇春、邬明著，绘制星图者为陈于阶和杨之华。光禄寺录事王应遴以及陈应登参与校订。测量引用西洋测角仪，用球面三角公式定赤经、赤纬。求恒星地面高度用象限仪；用纪限仪求角距离；求距黄道、赤道度用浑仪。

凡测而入表的星共1347颗，微细无名者不列入。其大小分为六等，一等16

---

① 从以上记载：全共书46种。135卷或为137卷。前三次进呈（23种，75卷）；第四次进呈（13种，30卷）；第五次进呈（10种，32卷）。因第五次进呈有《恒星出没表》一卷，来源于《恒星出没》；还有星屏一架，是由第四次进呈的《恒星总图》制成，亦算成一卷，故云。



颗，二等67颗，三等207颗，四等503颗，五等338颗，六等216颗，都测有黄、赤道经、纬度，列表两卷，归纳于《崇祯历书》中。

明朝钦天监官员，勤于观测，记录尤详。有明一代共观测、记录到九次客星。那就是：洪武八年冬十月，"有星孛于南斗"；洪武二十一年二月丙寅，"有星出东壁，色赤黄"；永乐十三年八月，"有星孛于南斗"；宣德五年八月甲申夜，"客星见南河东尺余，色青黄。庚寅，有星见南河旁，如弹丸，色青黑，凡二十六日灭"；景泰三年三月甲午，"朔，有星孛于毕"；嘉靖二年六月，"有星孛于天市"。万历十二年六月丁未至己酉，"有星出房"。这些记录，有的可能是彗星，有的可能是新星爆发。

最壮观的要算是超新星①爆发的记录了。明朝共有两次的超新星记录。《明实录》载：

> 隆庆六年(1572)十月初三日丙辰，客星见东北方，如弹丸。出阁道旁、壁宿度，渐微芒，有光。历十九日，壬申夜，其星赤黄色，大如盏，光芒四出。十二月甲戌礼部题奏……十月以来，客星当日而见，光曜异常。按是星万历元年二月光始渐微，至二年四月乃没。

这就是世界上著名的第谷新星。

再有，《明史》载：

> 万历三十二年(1604)九月乙丑，尾分有星如弹丸，色赤黄，见西南方，至十月而隐，十二月辛酉，转出东南方，仍尾分，明年二月渐暗，八月丁卯始灭。

这就是世界上著名的开普勒新星。



第谷新星当时出现在仙后座，钦天监官员的观测，比欧洲丹麦天文学家第谷(他是欧洲发现者)的发现还要早三天，而且比他多观测了一个多月。至于开普勒新星，亦因它在欧洲最早被发现于蛇夫座而命名，中国钦天监官员对这颗开普勒新星的观测亦只比欧洲少两天，总共看到的时间是一年。中国钦天监官员的观测是勤劳的。

在这两个超新星出现的位置，现在都发现有光学遗迹和射电源对应体。我国自汉朝经历宋朝至明朝的客星记录，其科学价值，在现今已体现出来。

---

① 新星，又称客星，爆发变星的一种，并非新生的恒星，而是在爆发前比较暗，爆发时光度突然增强，在二三天内，急剧增大万倍至百万倍，星等增亮7～16等，此后缓慢下降至原亮度。规模更大的，则称超新星，光度变化超过17等。我国从汉朝起，历经宋朝司天监官员，记录到的客星多是超新星爆发现象。

表 2—48 明朝两个主要客星与现代射电源对应表

名称	所在星座	爆发时间	变星名	光学遗迹	射电源	X 射线源	与地球距离
第谷新星	仙后	1572 年	仙后座 B 星	1956 年证认	3C10	已探测到	1956 光年
开普勒新星	蛇夫	1604 年	蛇夫座 V843	1943 年证认	3C358	已探测到	32600 光年

(五)明末的纬度测量

明末,在徐光启的建议下,进行了一次纬度测量。这次测量的规模很小,只实测北京、南京、南昌、广州四处的纬度,并用地图约略推算山东、山西、陕西、河南、浙江、湖广、四川、福建、广西、云南、贵州等十一布政使司所在地的纬度,还根据"《广舆图》计里之方"①,约略推算了上述 15 处的经度。现据《明史·天文志》记录,将其测量的经纬度列于表 2—49:

表 2—49 明朝测算经纬度的结果表

地点	纬度	经度(以北京为中经线)
北京	40°	0°
南京	32°30′	1°偏东
济南	37°	1°15′偏东
太原	38°	6°偏西
西安	36°	8°30′偏西
开封	35°	3°45′偏西
杭州	30°	3°偏东
南昌	29°	2°30′偏西
武昌	31°	3°45′偏西
成都	29°	13°偏西
广州	23°	5°偏西

① 《广舆图》是明嘉靖时罗洪先据元代朱思本的《舆地图》增改而成,该图沿用我国古代传统的"计里画方"的制图方法,故可据以约略推算经度。

至于推算纬度所用的地图,虽未载图名,但也肯定是属于《广舆图》系统的。明末清初,受《广舆图》的影响,沿袭其"计里画方"的绘法,此图既然据以推算纬度,显然是采用计里画方的地图,否则无法据以推算。



续表

地点	纬度	经度(以北京为中经线)
福州	26°	1°偏东
桂林	25°	8°30′偏西
昆明	22°①	17°偏西
贵阳	24°	9°30′偏西

如以上表结果与现代准确纬度值相比较，又可见表2—50。

表2—50　明末观测纬度与现代纬度值比较

地点	明末观测值	现代纬度值	差值
北京	40°	39°55′	+5′
南京	32°30′	32°03′	+27′
南昌	29°	28°41′	+19′
广州	23°	23°06′	−6′

这些结果与郭守敬四海测验的观测值相比：明朝此四点误差值的绝对平均为14′15″；元朝的则为30′。至于元大都的差值为20′，相较明朝的要小得多。

明末测量为何不测经度？这与当时测量经度比较困难有关。《明史·天文志》"东西偏度"这一条中引汤若望的话说："故欲定东西偏度，必须两地同测一次月食。"这就是月食测经度法。在当时，由于理论和观测仪器、手段还不具备，所以徐光启在《月食起复方位具图呈览疏》中称："上天下地各有经度、纬度，测天则经度易，纬度难；测地则经度难，纬度易。"

这次测量采用欧洲360°和60进位制，在推算经度方面，以通过北京的经线为中经线，这在清朝康熙、乾隆的两次测量时仍然沿用。这对于经纬度概念的进一步明确，以及在我国经纬度测量历史上，无疑是重要的。

综合以上的各项贡献可以看出，虽然明朝在天文历法方面的创造发明不多，然而在某些领域也有独到见解；新苗头的萌发，值得重视。它们的出现，标示出我国古代天文学的发展已面临转折关头。西学东来，固然起到推动与交融的作用，然而如果没有外来的因素，或许亦会以其他方式、从另一途径有所突破，以适应时代的前进。



① 据《明会要》卷二十八《运算》下"测影"，认为昆明数据有误。

第十七节 清朝的天文机构

清朝初期,以当时强大的军事力量夺取了明朝的政权。然而,它终究是以文化低落的少数民族入主中华;而且经过战争,明末已萌发的资本主义生产因素为之扫荡殆尽。因而,清朝的起步又似乎从低点开始。清初较有政治远见的统治者康熙皇帝,或许意识到这一点,于是,发展生产,予民生息;学习汉族文化,汲取西方科学,重视天文历算。在其着力经营之下,经济得到逐步恢复和繁荣。在天文学方面,下令制造新天文仪器、编纂天文仪象书籍,他本人亦孜孜以求地研究天文历算,影响所及形成风气。推动当时士林学者致力于此项学术探讨,这就使我国古典天文工作又露出一点曙光。

可是,我们应当注意到明末清初这个特殊的历史时期。这时候,自 1640 年以英国资产阶级革命为开端,欧洲商品经济的发展,导致远洋航行的发达;新的生产力,以极其强大的力量,激荡着自然科学各领域,迫切需要天文仪器、精密的星表,以测定海船的海上经纬度。这就为天文学的发展提出明确的要求。机械、冶金、运输等学科亦发展起来。理论的研究,如牛顿力学、微积分问世了;天文望远镜诞生了;接着,法国巴黎和英国格林尼治天文台①建立了。它们迅速地进入光学观测的高一级实践阶段,理论分析工作也相应发展。西方天文学以崭新的面貌,出现在世界天文学前沿。

但是,作为封建机构组成部分的清朝钦天监和整个中国封建社会一样,到了晚清已经进入没落阶段。清朝的钦天监完全没有进入世界天文学行列。尽管西学东来,西方传教士带来了西洋天文历算,也只能起到暂时应付推算历法的需要,便为满足;况且,传教士对当时的欧洲天文新成就采取封锁的办法,使中国学人无法知其全貌。清朝的钦天监天文工作,只停留在目视观测,其任务主要只是推算历书和监候天象,以符合封建的"天意"而已,未能进入更高的光学观测境界,这是由清朝封建机构性质决定的。



清朝的钦天监,就是在这样的环境和矛盾中工作,并为之付出很大的努力而继续前进。

一、清朝钦天监高级官员的演变

清朝钦天监大体沿袭明朝体制。然而因为中西天文学交融,西方传教士得以

---

① 牛顿力学问世于 1687 年,第一架天文望远镜做成于 1609 年;巴黎天文台成立于 1671 年,格林尼治天文台成立于 1675 年。



在钦天监任职。兼之，清朝为满人统治，不得不起用汉官，以求满、汉官员比例均衡兼顾；于是，西洋、满、汉官员形成互相交叉的安排，以致出现因人设事、名目重复，职责很难区别的称呼。这是历史造成的事实。在此，需要花费笔墨加以介绍，以便在阅读时，得知其来源。

顺治元年，设钦天监，分天文、时宪、漏刻、回回四科；置监正、监副，五官正、保章正、挈壶正、灵台郎、监候、司晨、司书、博士、主簿等官，以汉人充任，隶属于礼部。

顺治元年五月，汤若望上疏摄政王多尔衮，请求保护天文仪器和已经刻成的《崇祯历书》书版。摄政王因命他修正历法，采用他删改《崇祯历书》压缩成 103 卷的《历书》，命名为《西洋新法历书》，并把依据此历书编出的《日用历书》称为《时宪历》。同年十一月，任汤若望为钦天监监正。

康熙三年，在天文科中增设满洲官员五人，满员入钦天监自此开始。四年，定满、汉监正各一人；满、汉左、右监副各二人。

康熙八年，以西洋人充汉监正员名额[①]。不久又置西洋监副一人。

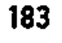
康熙十六年以后，钦天监高级职务设置又多次大变动，所有的钦天监监正几乎都是满人[②]。设"治理历法"，这是给在钦天监任职的西洋传教士的称号。至于设监副，也是由满人担任；又设左监副、右监副各一人，这两职是由汉人担任。

康熙二十年开始，又取消满监副之职，改为左监副、右监副各二人，其中满、汉各一人。

康熙五十七年起，又在汉右监副之后，设立"监副"一职，任此职的都是西洋人。

雍正三年八月十七日起，把"治理历法"改称监正。以西洋人戴进贤实授监正；又雍正六年，增置西洋监副一人[③]。

乾隆十年起，又在钦天监监正之前，设立两个兼管监正事务的职位，一个由满贵族宗室担任；此职位至乾隆五十五年改称"管理钦天监事务"，一直沿用至清末。另一个兼管监正事务，是由汉人何国宗担任，因他本身是礼部侍郎兼天文学家。《清会典》称："皆由特简无定员"，就是这个含义。



乾隆十八年，取消满汉左、右监副的职务，改设满汉监副各一人，而在汉监副之后，把原来的西洋监副改成西洋左、右监副各一人。

乾隆二十二年五月，何国宗离开兼管监正事务职位，此后无人接替，实际上是取消了。

---

① 指南怀仁；他于康熙八年二月任治理历法，同年任监副；十三年才升监正。见《清朝通典》卷二十八，职官六，第 2185 页。

② 唯一例外是乾隆二十五年至二十八年的监正为明安图，他是蒙古族人。

③ 《清史稿》为雍正八年，似误。

道光六年十月，西洋"监正"及左、右监副三人一起去职，至同年十一月二十七日，取消西洋监正、左监副、右监副的位置，改为设立汉监正，并把满汉监副各一人仍改为满汉左、右监副各一人。这是由于在钦天监中任职的最后一位传教士、葡萄牙人高守谦(Serra)于道光六年(1826)因病回国[①]，此后，清政府不再聘用西洋人，钦天监的工作，从此摆脱了传教士的影响。

这就是清朝前期钦天监高级官员变更大略。

二、清朝钦天监建制及职掌

根据《清史稿·职官志》及《清会典》载：

钦天监：管理监事王大臣 1 人，特简。主要官员：监正、监副，先后由满、汉、西洋传教士担任。

监正：满、汉各 1 人。品秩：初制，满员四品。康熙六年升三品。九年，满、汉并定正五品。

左、右监副：满、汉各 1 人。品秩：初制，五品。康熙六年升四品，九年定正六品。

主簿：满、汉各 1 人。品秩：正八品。

五官正：满、蒙各 2 人，汉军 1 人，春官正、夏官正、中官正、秋官正、冬官正；汉，各 1 人。品秩：并从六品。

五官灵台郎：满 2 人，蒙古、汉军各 1 人；汉 4 人。品秩：并从七品。

挈壶正：满、蒙各 1 人，汉 2 人。品秩：从八品。

五官监候：汉 1 人。品秩：正九品。

五官司历：汉 1 人。初设 2 人，康熙十四年裁 1 人。品秩：未详。

五官司晨：汉军 1 人，汉 7 人。品秩：从九品。

司书：汉 1 人。品秩：正九品。

博士：满 6 人，汉军 1 人，汉 25 人，初设 39 人，康熙四年裁 14 人。品秩：从九品。

天文生：满、蒙各 16 人，汉军 8 人，汉 24 人。品秩：食九品俸。食粮天文生汉 56 人，食粮阴阳生汉 10 人。品秩：并给九品冠带。

笔帖式：满 11 人，蒙 4 人，汉军 2 人。

助教厅助教：1 人。

教习：2 人。



① 《清史稿·职官志·二》则称："时西人高拱宸等或归或没……"似应为高守谦、李拱辰。高守谦，道光初期钦天监左监副。李拱辰为钦天监监正。



钦天监监正职掌:《清朝通典》称:"掌测候推步之法,观察星辰,稽定节序,占天象以授人时。"《清史稿》称:"治术数典,历象日月星辰,宿离不贷,岁终奏新历,送礼部颁行;监副佐之。"主簿掌章奏文移,簿籍员数。

表 2—51 清朝天文机构职官表(一)

年代	钦天监监正	监正	监副	左监副	右监副	官员	
世祖 1644—1661 顺治一年至十八年	汤若望					春官正 秋官正 中官正 冬官正 五官挈壶正 钦天监五官灵台郎 漏刻科 漏刻博士 历科 钦天监博士	宋可成 吴明炫 宋发 刘有泰 朱光显 杨宏量 黄道隆 杜如预 曾永章 李祖白 康绳周

表 2—52 清朝天文机构职官表(二)

年代	钦天监监正	治理历法	监副	左监副	右监副	官员	
圣祖 1662—1722 康熙一年至十二年区间	马祜 杨光先 宜塔喇 安泰 南怀仁 (康熙十三年任)	吴明烜 南怀仁 (康熙八年三月任)	宜塔喇 胡振钺 李光显 安泰 査尔大 魏成格 南怀仁 (康熙八年三月任)	邵泰衢	鲍英齐 刘蕴德	钦天监博士 钦天监五官正 回回科秋官正 五官正 灵台郎 挈壶正 灵台令 历科博士 主簿	王性桂 何君锡 吴明炫 戈继文 闵昶 闵昶 林士龙 龚士燕 陈聿新

表 2—53 清朝天文机构职官表(三)

年 代	钦天监监正	治理历法	左监副	左监副	右监副	右监副	备 注
圣 祖 康熙二十年至六十年区间	安 泰 南怀仁 魏成格 (二十六年任职) 戈 枚 (二十八年任职) 常 额 (三十四年任职) 明 图 (四十八年任职)	南怀仁 徐日升 安 多 闵明我 (三十三年任职) 纪理安 (五十年任职) 戴进贤 (五十九年任职)	查尔大 魏成格 (二十二年任职) 阿萨礼 (二十四年任职) 戈 枚 (二十七年任职) 郎 鼐 (二十八年任职) 常 额 (三十年任职) 艾 山 (三十四年任职) 萨 喇 (三十九年任职) 吴库礼 (四十五年任职) 明 图 (四十七年任职) 赫硕色 (四十八年任职) 双 德 (五十九年任职)	邵泰衢 鲍英齐 (二十四年任职) 汤臣尹 (四十七年任职) 臧必昌 (四十九年任职)	魏成格 屯主祐 (二十二年任职) 阿萨礼 阿莫索我 (二十四年任职) 郎 鼐 (二十七年任职) 三 保 (二十八年任职) 常 额 (二十九年任职) 官 保 艾 山 (三十年任职) 萨 喇 (三十四年任职) 马 海 (三十九年任职) 常 保 (四十三年任职) 吴库礼 (四十四年任职) 都克秀 (四十五年任职) 明 图 (四十六年任职) 赫硕色 (四十七年任职) 成 德 (四十九年任职) 双 德 (五十年任职) 苗 寿 (五十九年任职)	鲍英齐 李光宏 (二十四年任职) 司尔瑁 (二十七年任职) 汤臣尹 (四十年任职) 臧积德 (四十七年任职)	徐日升、安多于二十七年三月接替南怀仁，但无职衔 徐日升、安多于三十三年八月卸任 监副毕文灿五十七年五月增设此职位



表 2—54　清朝天文机构职官表(四)

年　代	钦天监监正	治理历法监正	左监副	左监副	右监副	右监副	监副
世　宗 1723—1735 雍正一年至十三年	明　图	戴进贤 (三年八月十七日之后,"治理历法"改称"监正")	双　德 苗　寿 (一年五月任职) 四　格 (二年六月任职) 达音保 (二年十一月任职) 荆集宝 (三年三月任职) 那　泰 进　爱 (十年十一月任职) 吴　山 仓　德 关　德 (七年九月任职)	臧必昌 何国柱 (二年二月任职) 任择善 (二年九月任职)	苗　寿 舒通格 四　格 (二年五月任职) 达音保 (二年六月任职) 荆集宝 (二年十一月任职) 岳　湛 马　升 德克进 苏颁历 伍　哥 关　德 (五年八月任职) 进　爱 (七年九月任职) 永　安 (十年十一月任职)	何国柱 沈　旭 闵　昶 金文元 李廷耀	毕文灿 (一年一月十四日卸任,空缺) 徐懋德 (六年十二月接任)

表 2—55　清朝天文机构职官表(五)

年　代	钦天监监正	监　正	左监副	左监副	右监副	右监副	监副
高　宗 1736—1795 乾隆一年至十年区间	明　图 进　爱 (四年六月任职) 雅　琦 (八年八月任职、九年二月卸任) 进　爱	戴进贤	进　爱 法　林 方　爱	孙士英 (六年六月任职)	公　泰 罗尔瞻 湛　露 萨哈图	李廷耀 (八年四月十三日卸任,空缺)	徐懋德 刘松龄 (八年十二月二十一日接任)

表2—56 清朝天文机构职官表(六)

年代	兼管监正事务	兼管监正事务	钦天监监正	监正	左监副	左监副	右监副	右监副	监副
高宗 乾隆十年至十八年区间	觉罗勒尔森	何国宗	佟泰	戴进贤 刘松龄 (十一年五月接任)	法保 傅尔敦 达性安	陈濠毓 陈世铨 董诏	七格 吴通保 郎颢 哲三泰	刘毓圻 (十八年一月任职、七月九日卸任)	刘松龄 鲍友管 (十一年五月任职) 傅作霖 (十八年五月任职)

表2—57 清朝天文机构职官表(七)

年代	兼管监正事务	兼管监正事务	钦天监监正	监正	监副	监副	左监副	右监副	备注
高宗 乾隆十八年至三十八年区间	觉罗勒尔森 鄂宁[①] (三十年十二月廿五日接任) 期成额 (三十一年三月任职) 索琳[②] (三十四年十月十日任职) 乌纳玺 (三十六年三月任职) 迈拉逊 (三十六年十月任职)	何国宗 (二十二年五月六日卸任)	佟泰 德柱 明安图 (二十五年二月任职) 福顺 (二十九年一月任职) 喜常 (三十四年七月任职)	刘松龄	哲三泰 永定 伊敏 巴扬阿 觉罗永泰 良明 德伦泰 喜常 (三十一年五月任职) 环海 (三十四年七月任职) 昆笃 (三十四年十一月任职) 佛音泰 (三十八年十二月廿三日任职)	齐克昌 (十八年八月任职) 白士杰 徐彭年 (三十三年十二月任职) 柳芝芳 (三十三年十一月任职) 蔡文学 (三十五年十二月任职) 何廷禄 (三十七年十一月任职)	鲍友管 傅作霖 (三十六年十一月任职)	傅作霖 (十八年七月九日任职) 高慎思 (三十六年十一月任职)	何国宗卸任后,不再设汉兼管监正事务一职 [①]自三十年十二月廿五日起,改称"管理钦天监事务" [②]自三十四年十月十日起,又改称"兼管钦天监事务"



表 2—58　清朝天文机构职官表(八)

年　代	兼管钦天监事务	钦天监监正	监正	监副	监副	左监副	右监副
高　宗 乾隆三十八年至六十年区间	永　瑢 (四十四年九月任职) 德　保 (四十六年八月任职) 永　瑢 (四十六年九月任职) 永　贵 (四十七年八月复职) 永　瑢 (四十七年十月任职) 绵　恩 (五十五年五月复职,自此起改称:管理钦天监事务)	喜常	刘松龄 傅作霖 (三十九年十一月任职) 高慎思 (四十六年五月任职) 安国宁 (五十二年十一月任职) 索德超 (六十年五月任职)	佛音泰 禅　布 (四十一年六月任职) 那　澄 (四十三年八月任职) 恒　溥 果升阿 莫尔根 (四十九年十一月任职) 清　海 (五十二年八月任职) 伯　发 (五十四年十月任职) 德　广 (五十七年一月任职) 伯　启 (五十九年一月任职) 德克进 (五十九年七月任职)	何廷禄 何廷璐 (四十年一月任职) 刘宗澍 (四十六年十二月任职) 何廷琛 (五十一年十一月任职) 司鸿溥 (五十二年六月任职) 何廷瑛 (五十九年五月任职) 博　启	傅作霖 高慎思 (三十九年十一月任职) 安国宁 (四十六年六月任职) 索德超 (五十二年十一月任职) 汤士选 (六十年五月任职)	高慎思 安国宁 (三十九年十一月任职) 索德超 (四十六年六月任职) 汤士选 (五十二年十一月任职) 罗广祥 (六十年五月任职)

乾隆年间钦天监其他官员:

钦天监春官正　何廷瑛　　钦天监夏官正　何廷璐

钦天监五官正司书、夏官正　张　肱　　钦天监中官正　李天垣

钦天监秋官正　金广义　　钦天监冬官正　张天爵

钦天监五官正　伯　发　伯　启　宝　善

钦天监五官灵台郎　陈际新　　灵台郎　倪廷梅

钦天监五官挈壶正漏刻博士　熊振鹏　　钦天监博士　张永祚

表 2—59　清朝天文机构职官表(九)

年　代	管理钦天监事务	钦天监监正	监正	监副	监副	左监副	右监副
仁　宗 1796—1820 嘉庆一年至 二十四年	绵　恩 达　椿 (六年十月三日任职) 绵　恩 (六年十月十三日任职) 奕　绍 (二十一年十月任职) 永　锡 (二十四年九月任职)	喜　常 佟　政 (一年九月任职) 额尔登布 (十五年三月任职)	索德超 汤士选 (十年十一月任职) 福文高 (十三年二月任职)	德克进 海　福 (一年十一月任职) 重　伦 (四年九月任职) 恒　福 (六年十月任职) 保　福 (八年十二月任职) 德　会 (十一年五月任职) 额尔登布 (十三年二月任职) 吉　宁 赛宁阿 图　宁 萨　麟 德　新 (二十四年四月任职)	何廷瑛 齐　焞 (六年十月任职) 陈　伦 (十三年二月任职) 陈道新 司鸿英	汤士选 福文高 (十年十一月任职) 李拱辰 (十三年二月任职)	罗广祥 福文高 (六年十月任职) 李拱辰 (十年十一月任职) 高守谦 (十三年二月任职)

表 2—60　清朝天文机构职官表(十)

年　代	管理钦天监事务	钦天监监正	监正	监副	监副	左监副	右监副
宣　宗 1821—1850 道光一年至 六年区间	永　锡 奕　绍 (一年八月任职) 乌尔恭阿 (二年三月任职) 奕　绍 敬　征 (五年二月任职)	额尔登布 海兴阿 (四年八月任职)	福文高 李拱辰 (三年五月任职)	德　新 (一年七月任职) 成　会 (一年七月任职) 奎　秀 (一年十二月任职) 海兴阿 (四年七月任职) 德　广 (四年八月任职)	司鸿英	李拱辰 高守谦 (三年七月任职) 高守谦 (六年十月卸任)	高守谦 毕学源 (三年七月任职) 毕学源 (六年十月卸任)





表 2—61　清朝天文机构职官表(十一)

年　代	管理钦天监事务	钦天监监正	监正	左监副	左监副	右监副	右监副
宣　宗 道光六年至三十年区间	敬　征 奕　绍 (十一年三月任职代理敬征) 敬　征 (十一年八月复职) 敬　敏 麟　魁 (此二人自廿二年十月八日至二十三年九月二十日，代理、敬征) 敬　征 (二十三年九月复任) 载　铨 端　华 (三十年三月二十八日至七月四日代理) 载　铨 (三十年七月四日复任)	海兴阿 忠　林 祥　泰 (二十三年三月任职) 景　泽	司鸿英 周余庆 (十四年三月任职) 方履亨	德　广 阿克敦 (七年九月任职) 忠　林 (八年六月任职) 哲　臣 (十一年八月任职) 长　升 (十四年八月任职) 伊星阿 (十六年九月任职) 保　庆 巴哈纳 (十八年七月任职) 诚　庆 (十九年二月任职) 音登额 (二十一年六月任职) 祥　泰 (二十一年八月任职) 宝　通 (二十三年四月任职) 景　泽 (二十三年十一月任职) 舒　忠 (二十六年三月任职) 玉　恒 (二十六年八月任职)	姚延之 方履亨 (八年十二月任职) 周余庆 (十二年十月任职) 何树本 (十四年四月任职) 高　煜 (二十二年五月任职) 陈启盛 (二十六年三月任职) 阎信芳 (三十年十一月任职)	阿克敦 (六年十一月任职) 忠　林 (七年九月任职) 哲　臣 (八年九月任职) 福　弼 长　升 (十四年三月任职) 伊星阿 (十四年八月任职) 巴哈纳 (十六年八月任职) 诚　庆 (十八年七月任职) 音登额 (二十年十月任职) 祥　泰 (二十年十月任职) 宝　通 (二十一年八月任职) 景　泽 (二十三年四月任职) 舒　忠 (二十三年十一月任职) 武　英 玉　恒 (二十六年闰五月任职) 安　惠	张泰和 方履亨 (八年五月任职) 高　锦 周余庆 (十一年三月任职) 金　堂 陈启丰 郭瑞图 高　煜 陈启盛 (二十二年五月任职) 阎信芳 (二十八年三月任职) 贾　洵 (三十年十一月任职)
文　宗 1851—1861 咸丰一年至十一年	载　铨 端　华 桂　良 (十一年任职)	景　泽 宝　格 (五年二月任职)	周余庆 阎信芳 (二年三月任职)	玉　恒 景　昌 (五年九月任职) 庆　昌 (六年三月任职) 成　禄 (七年十一月任职) 音德讷 (八年二月任职)	阎信芳 贾　洵 (二年二月任职) 赵化鹏 (八年二月任职)	安　惠 祥　安 (二年三年任职) 宝　格 (五年九月任职) 成　禄 (六年三月任职) 音德讷 (七年十一月任职) 毓　秀	贾　洵 赵化鹏 (二年三月任职) 司　智 (八年二月任职)



表 2—62　清明天文机构职官表(十二)

年　代	管理钦天监事务	钦天监监正	监正	左监副	左监副	右监副	右监副
穆　宗 1862—1874 同治一年至十二年区间	桂　良 奕　䜣 (一年六月任职) 奕　誴 (三年十月任职)	音德讷	阎信芳	奎　文 承　宣 (一年九月任职) 瑞　琇 (二年二月任职) 富　亮 (六年二月任职) 英　朴 (九年五月任职) 玉　禄 (九年五月任职)	古祥凤	承　宣 瑞　琇 (一年九月任职) 喀勒冲阿 (二年二月任职) 富　亮 (四年九月任职) 英　朴 (六年二月任职) 玉　禄 (八年二月任职) 恩　明 (九年五月任职)	周鸿宾
德　宗 1875—1908 光绪一年至三十四年	奕　誴 世　铎 (十四年十二月任职)	音德讷 恩　明 (一年二月任职) 恩　禄 (十六年二月任职)	阎信芳 周鸿宾 (五年十一月任职) 阎绶曾 (九年二月任职) 朱呈瑞 (十年三月任职) 杜春融 (十年八月任职) 井卫垣 (十七年十二月任职) 徐　森 (二十四年二月任职)	玉　禄 联　奎 (二年二月任职) 恩　禄 (二年二月任职) 瑞　纯 (十六年二月任职) 瑞　恒 (十七年三月任职) 奎　秀 (十九年二月任职) 连　华 (二十一年初任职) 景　泰 (二十二年二月任职)	古祥凤 周鸿宾 (五年初任职) 陈希龄 (五年十一月任职) 朱呈瑞 (九年十一月任职) 杜春融 (十年四月任职) 井卫垣 (十年十一月任职) 王青照 (十八年二月任职) 郭照奎 (十八年八月任职) 徐　森 (二十一年初任职) 郭世钲 (二十四年二月任职)	恩　明 联　奎 (一年二月任职) 恩　禄 (二年二月任职) 春　绵 (十二年二月任职) 瑞　纯 (十四年二月任职) 瑞　恒 (十六年二月任职) 奎　秀 (十七年三月任职) 景　泰 (二十一年初任职) 桂　山 (二十二年二月任职)	周鸿宾 杜春芳 陈希龄 (五年九月任职) 李　璋 (五年十一月任职) 阎绶曾 (八年二月任职) 朱呈瑞 (九年二月任职) 杜春融 (九年十一月任职) 井卫垣 (十年四月任职) 王青照 (十年十一月任职) 郭照奎 (十八年二月任职) 徐　森 (十八年八月任职) 张抡奎 (二十一年初任职) 郭世钲 (二十二年十二月任职) 徐　桓 (二十四年二月任职)
溥　仪 1909—1911 宣统一年至三年							



在清朝钦天监任职的西方传教士名单

姓 名	原 名	国 籍	来华期间	任职期间	职 务
汤若望	Johann Adam Schall Von Bell	德	1622	1645—1664	钦天监监正
南怀仁	Perdinand Verbiest	比	1659	1677—1688	治理历法
闵明我	Philippus Maria Grimaldi	意	1671	1694—1711	治理历法
纪理安	Bernard-Kilian Stumpf	德	1694	1711—1720	治理历法
戴进贤	Ignatius Kögler	德	1716	1720—1724 1725—1746	治理历法 监正
刘松龄	Augustinde Von Hallerstein	南	1738	1743—1746 1746—1774	监副 监正
傅作霖	Felix da Rocha	葡	1738	1753—1771 1771—1774 1774—1781	右监副 左监副 监正
高慎思	Josephus d'Espinha	葡	1751	1771—1774 1774—1781 1781—1787	右监副 左监副 监正
安国宁	Andreus Rodrignes	葡	1759	1774—1781 1781—1787 1787—1795	右监副 左监副 监正
索德超	Joseph-Bernard d'Almeida	葡	1759	1781—1787 1787—1795 1795—1805	右监副 左监副 监正
汤士选	Alexandre de Gouvea	葡	未详	1787—1795 1795—1805 1805—1808	右监副 左监副 监正
福文高	Dominigue Ferreira	葡	1791	1801—1805 1805—1808 1808—1823	右监副 左临副 监正
李拱辰	Joseph Ribeiro Nunes	葡	1791	1805—1808 1808—1823 1823—1825	右监副 左监副 监正
徐懋德	Andrew Pereira	葡	1716	1728—1743	监副
鲍友管	Antoine Gogeisl	德	1738	1746—1752 1753—1771	右监副 左监副
罗广祥	Nicolas Raux	法	1784	1795—1801	右监副
高守谦	Verissimus Monteiro da Serra	葡	1803	1808—1823 1823—1826	右监副 左监副
毕学源	Mgr Cajetan Pires Pereira	葡	1800	1823—1826	监副
毕文灿	未详	缺	未详	1718—1723	监副



(一)钦天监职掌及办事程式

(1)凡职掌,顺治元年,本监遇有具题行文等事,俱属礼部;顺治十五年,本监与礼部分析职掌。康熙二年,仍归礼部。十年,职掌有所分工,除立春日春牛芒神仍由礼部进呈外,其余一应职掌都归本监掌行。

(2)凡每年二月初一日,进呈来岁历样,四月初一日颁发各省历样各二本,兵部驿送各布政司照式刊颁,九月预期具题,颁历十月初一日进呈"御览等历",包括:《皇上御览历》,缮写《满汉上历》二本,印刷《满汉民历》二本,《满汉七政历》二本;以及太皇太后、皇太后、皇后的《满汉民历》二本,《满汉七政历》二本和妃嫔、亲王、郡王、贝勒、公主等相同历书。对满洲官员给《满历》、蒙古官员给《蒙古历》,汉军官给《汉历》,俱发各该都统其各衙门,汉官每员给《民历》一本。各衙门坐历,另于初三日行文赴监取用。

以上共用《汉历》24300余本。直隶八府、奉天、锦州二府每府给《民历》1000本。蒙古藩王给《蒙古历》100本,朝鲜国王给《汉民历》100本。以上历日俱用印。康熙十一年令每年用满字小本《民历》5本,汉字小本《民历》5本,又满、汉兼写小本《民历》一本以用,与另编的《凌犯历日》一起进呈。

(3)凡每年十月初一日,恭进历日,预期具题移会内务府,酌派官员接捧,进呈;其散给王以下各官历日,具题移会各都统、各部院衙门。至日,贝子以下文武官员俱齐集午门外行礼恭候颁历。

(4)凡遇日月交食前期五日,推算将京师见食并各省所食分秒时刻、起复方位绘图进呈,请礼部颁行直省,临期一体救护。至食发生之前,本监满、汉官员赴观象台,同礼部官测验,另派本监官生赴救护,衙门置香候时、报初亏食甚、复圆等事,完毕后本监依交食原像绘图呈报。



(5)测候,天象变异,进行观测呈报。凡立春前十日,旧例差本监官生前往顺天府候气;康熙八年题准停止。凡每年正旦寅时,候风起何方,据值班官所测上报。凡八节风占,曾推行新法,预行推测绘图进呈,但康熙十九年,奉旨停止,仍按旧法。

(6)凡本监官员遇缺,行文吏部,补授满、汉天文生,由本监考取,咨明吏部。凡考校各科满、汉天文生,每年由本监考校,稽查术业,如旗下天文生缺,本监行文国子监,取官学生选补。

(7)凡遇册封外国,本监派科官一员前往。凡皇帝行幸,派候时官随往。山陵、宫室营建,派风水官并候时官前往。

(8)凡每日常朝及庆贺等大典,于皇帝升殿之前,本监派博士二员,同礼部鸿胪寺官在乾清门报时。凡遇坛庙祭祀,本监派博士二员,同太常寺官,在祭所报时。



(9)清朝钦天监,仍继承历代的"掌天时星象,凡岁年终奏新星历,凡国祭祀丧娶之事,掌奏良日及时节禁忌,凡国有瑞应灾异,掌记之"的任务。在此列举掌奏良日一事。

同治十三年(1874)同治帝去世,载湉继位,为光绪帝,时年方五岁。两宫太后派翁同龢、夏同善为毓庆宫行走,指导光绪帝学习。当时曾下懿旨,录之于下①:

> 皇帝冲龄践阼,亟宜乘时典学,日就月将,以裕养正之功,而端出治之本。著钦天监,于明年四月内选择吉期,皇帝在毓庆宫入学读书。著派署侍郎内阁学士翁同龢、侍郎夏同善,授皇帝读,其各朝夕纳诲,尽心讲贯,用收启沃之效。皇帝读书课程及毓庆宫一切事宜,著醇亲王妥为照料。至国语清文,系我朝根本,皇帝应行肄习。蒙古语言文字及骑射等事,亦应兼肄。著派御前大臣,随时教习,并著醇亲王一体照料。

可见,虽然到了清末,钦天监的职能仍未消失。

(二)时宪、天文、漏刻科的职掌

在钦天监的建制和职掌这部分,已经包含作为其下属机构的时宪、天文、漏刻这三科的内容。为了使轮廓更为清楚起见,我们在这一节中,分科加以叙述。鉴于在清初钦天监设有回回科,虽然后来省去,为完整起见,亦作介绍。

时宪科。《清文献通考》载:

五官正	满、蒙各2人;春、夏、中、秋、冬官正汉各1人;汉军1人②。
博　士	满3人,汉军2人,汉16人。
五官司书	汉1人。初设2人,康熙十四年省1人。
天文生	满12人,汉军8人,汉人24人。



时宪科职掌,《清通典》称:"掌推天行之度,验岁差,以均节气,凡时宪历书之以国书、蒙古文译布者,满洲、蒙古五官正司之。推算日、月交食,七政相距,冲、退、留、伏、交宫同度等事,汉人五官正司之。推验日、月、五星相距等事,汉军秋官正司之。校刊时宪书以颁四方,五官司书司之。博士,岁以汉人二人直谯楼,视更鼓之节,余各从其长,以分典厥事。"《清会典》还载:"汉军秋官正一员,满博士二员,职司推算《凌犯历日》,翻译校对。"

时宪科职掌程式:

(1)每年祭祀日期,旧例于九月中选择开列送礼部。康熙十年,移送太常寺。

(2)每年六月,顺天府将春牛图移文过监,校正颜色,随行绘图送监,译写,候立

---

① 《清德宗实录》卷二十三。

② 《清通典》:满、蒙各2人,春夏中秋冬官正汉各1人,秋官正,汉军1人。

春日，分送诸王、贝勒各一张。

(3)《汉民历》板刊刻二副，先印刷二十八本分送十四省、布政司各二本，一用印存司，一不用印典样刊颁。

(4)造《满汉民历》、《蒙古历》、《七政历》等所用纸张绫绢颜料及工价银饷，行文户部支领。

天文科。《清文献通考》载：

五官灵台郎	满2人，汉军1人，汉4人。
五官监候	汉1人。
博　士	满3人，汉2人。
天文生	满2人，汉32人。

天文科职掌，《清会典》载："职司观候天象，日月旁气、风云雷雨、气晕飞流，测验日出、没，中影中星、五星凌犯、占验、周天星座移徙动摇，芒角喜怒，七曜躔度、五星妖变等事。"

天文科工作程式：

(1)每日满、汉官各一员，督率天文生十五人，在观象台昼夜观候。每一更四人轮值，分定四面，按时记注风云晴雨雷雹起发，次日呈堂，或遇天象变异，即时呈报。

(2)每岁雷初发声候起何方，即时呈报。

(3)每岁晴雨，该值官生按时验明、记注缮写晴明风雨，蒙满字一本、汉字一本，于次年二月初一进呈。史载观候风台报告，见图2—12。

漏刻科。《清文献通考》载：

五官挈壶正	满2人，汉2人。
五官司晨	汉军1人。
博　士	汉6人。
天文生	满2人，汉6人。
阴阳生	汉10人。

漏刻科职掌，《清会典》载："职司开，奇门、出师方向，相看内外营建宫室、山陵、风水，推合大婚，选择吉期，考极定向，测对中星，调品壶漏，校正时刻，管理谯楼及一应祭祀期会，颁诏册封诸大典候时报时等事。"

漏刻科工作程式：

(1)内廷侍值官生昼夜候时。每日给香烛煤炭由内务省支给。日委博士一人轮值神武门，指示更点。

(2)凡每年委官二员，管理谯楼、壶漏更番。阴阳人十名，每昼夜二名，随科官在谯楼定更、报时；科官不时稽查。候时官生自十月起，二月止，行文工部，支取木炭。



图 2—12 观候风台报告

(3)凡遇修建山陵，兴建宫殿，相度官及执事官员参与。

回回科。《清史稿》载："顺治元年，设回回科。是岁仲秋朔日食，以西人汤若望推算密合，《大统》、《回回》两法时刻俱差……十四年省回回科，改其隶秋官正，寻复旧制。十五年，定与礼部分析职掌。康熙二年，仍属礼部。"又《清会典》载："顺治元年，本监设四科，又谕回回科不许再报交食，以乱新法。"康熙三年谕回回科不必再报每季天象。十四年，议准回回科推算虚妄，革去不用。

于是，清朝钦天监只存三科。

三、钦天监的官署

清朝钦天监的官署分本署和分署。《钦定日下旧闻考・官署》载："钦天监在阙东礼部之后，明正统七年建，乾隆三十一年奉诏重修。门西向，堂前月台设晷景一座，堂左石碣一，恭纪雍正三年二月二日庚午日月合璧五星联珠之瑞，监臣明图等奉敕恭建。堂后凡三重，其庑宇之数共百有十。钦天监堂额曰'奉时敬授'。前列训辞曰：

圣人敬天勤民，奉天时所以重民事也。羲和之职在观象授时，俾作讹

成易，循序不愆，用以釐工而熙绩，其敬之。

世宗御笔也。又署内有明嘉靖二十六年碑一，在堂左，文已漫漶。"这是钦天监本署。

其分署有观象台和时宪书局。同书载："观象台在城东南隅，时宪书局[1]在宣武门内天主堂东，本朝令西洋人居此，治理时宪书。"

到了晚清，光绪二十七年(1901)辛丑条约签订后，钦天监官署迁至东四牌楼西大街，而两座外署则一为观象台，一称算学馆。这是为什么呢？陈展云研究认为："其搬迁原因是由于辛丑条约条款中有'东交民巷划为使馆区'；钦天监一带在这范围内，不得不搬迁。"

至于其中一外署为算学馆，地点在西交民巷；而其由"时宪书局"改称算学馆之原因又何所依据？至此，需略述其来源。《清文献通考》载："乾隆三年，停止教授八旗官学算法，专设算学……寻议令钦天监附近专立算学，额设教习二人，满、汉学生各十二人，蒙古、汉军学生各六人……其所学算法中，线、面、体三部限一年通晓，七政(天文学)共限二年，每季小试，岁终大试，由算学和钦天监会同考试，毕业甄录后，分别以钦天监博士、天文生补用。"这样，虽然算学馆于乾隆四年改隶国子监，不同系统但关系密切。及至嘉庆十三年福文高任钦天监监正，仍兼管国子监算学馆，和道光三年李拱辰任钦天监监正，亦兼管国子监算学馆，即为证明。据陈宗蕃《燕都丛考》可知，被毁的天主教堂重建时扩大了面积，把时宪书局的地盘也圈在教堂范围。这都是辛丑条约订立后，给钦天监带来的厄运。

那么，时宪书局搬至何处呢？将其迁到同一条街的算学馆是近乎情理的。因为同一条街，东段称西交民巷，而西段称化石桥。由此可见，这所房子先为算学馆所有，所以称为算学馆，时宪科是在经过四十年后才搬进来的，因之就不称为时宪书局。

四、钦天监官员俸给

清朝钦天监官员俸给，顺治年间曾有规定，随后屡有调整，康熙初年大体定制；雍正、乾隆时又作补充。详见表2—63。

---

① 据考证：时宪书局原在化石桥天主堂，俗称南堂旁边，其前身是利玛窦在明徐光启开历局的首善书院内所建立的经堂，利玛窦于明万历二十八年来北京，取得特许在北京买地立堂。他买下了首善书院后，立了一个小的教堂传教，徐光启为第一批教徒。而南堂本身则是清顺治七年汤若望所建，堂院宽大，除正式大堂外，有司译住宅，还设天文台，藏书楼等。堂建后经两次地震，乾隆四十年又遭火灾焚毁。修复后，教士偷运鸦片，教案此起彼伏，清皇帝下令封馆，南堂及其他教堂一度荒废。1860年第二次鸦片战争，英、法联军侵入北京，咸丰皇帝前往承德，屈辱的和约签订后，南堂又重新开放。1900年义和团运动时再被毁，之后又重建。

表 2—63 钦天监官员俸给表

职别	品秩	俸银	俸米
监正	正五品	80 两	40 石
监副	正六品	60 两	30 石
春、夏、中、秋、冬、五官正	从六品	60 两	30 石
满汉军五官正	从六品	60 两	30 石
五官灵台郎	从七品	45 两	22.5 石
主簿	正八品	40 两	20 石
五官挈壶正	从八品	40 两	20 石
五官监候	正九品	33 两 1 钱 1 分 4 厘	16 石 5 斗 5 升 7 合
五官司书	正九品	33 两 1 钱 1 分 4 厘	16 石 5 斗 5 升 7 合
博士	从九品	31 两 5 钱	15 石 7 斗 5 升
五官司晨	从九品	31 两 5 钱	15 石 7 斗 5 升

未入流者的低职职司，其俸银、禄米与从九品相同。

后来，对俸米有所更动。《清文献通考》载："雍正三年奉谕旨：朕体恤臣工，时深轸念；每思经理区画，以赡其俯仰之资。今见汉官携带家口者多，若俸米仍照旧数食用，或有不敷，居官者难免内顾之忧。嗣后在京大小汉官，著按俸银数目给与俸米，俾禄糈[①]所颁足供养赡，以示朕加惠群臣之至意。"

到乾隆元年四月，奏准七品笔帖式岁支俸银三十八两；八品，二十八两；九品，二十一两；禄米照俸银支给。

五、钦天监天文生

顺治初，设汉天文生 66 名。康熙五年，题准添设汉天文生 94 名；九年题准每旗选取满洲天文生 4 名，汉军官学生 4 名，交钦天监分科教习，有借通者，以本衙门满、汉博士补用；又题准满天文生照无品级笔帖式给俸；又谕给与天文生从九品顶戴，照例补用。顺治十四年题准每旗裁满洲天文生 4 名，汉军天文生 3 名，止留满洲天文生 2 名，汉军天文生 1 名，又裁汉天文生 80 名。至此，满洲天文生 16 名，汉军天文生 8 名。汉天文生 80 名[②]。

① 糈，粮米之意。

② 《清史稿》：满、蒙各有十六人，有误。应为：天文生，满十有六人。见《清文献通考》卷七十九，职官三。第 5587 页。

然而，在前面述及：食俸天文生满洲 10 人，蒙古 6 人，汉军 8 人，汉人 24 人，食粮天文生汉 56 人，食粮阴阳生汉 10 人。这又有何差别呢？

《清朝通典》载："满洲、蒙古，汉军天文生，俱以算学生充补，视笔帖式食俸。汉人天文生，阴阳生以算学生暨肄业生选充，俸者视从九品。食粮者亦以九品顶戴给之，均与世业子弟分班补用。"

由此，即可见食粮天文生与食粮阴阳生的区别。而前面所说的汉天文生 80 名，是指汉人食俸天文生 24 人与食粮汉天文生 56 人的总数。

六、清朝的灵台

清朝的灵台就是明朝观星台，后改称观象台。位于北京东城建国门泡子河。《京城古迹考》载："前有长溪，后有广淀，高堞环其东，天台峙其北，两岸多高槐垂柳，空水澄鲜，林木明秀。今查崇文门之东，贡院之南，近观象台西侧，惟存河沟一道，南北通渠，相传是泡子河故迹，而槐柳今亡矣。"

现在泡子河几经变迁，已不可见。但观象台仍然屹立，它作为清朝钦天监的一座外署，从事观象、测时、占候工作，记录着"星象更迭，岁月推移"的年代春秋。

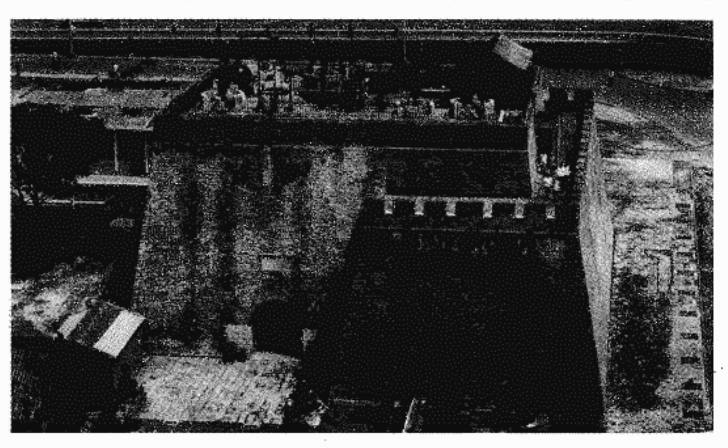


图 2—13　清朝观象台



《日下尊闻录》记录了清初至中期这座皇家灵台的景象，可使后来者回溯当年的痕迹，并概括领略其全貌：

观象台在内城东南隅，上有浑天仪，铸铜为器，四柱以铜龙架而悬之。又有简仪，状相似而省十之七。玉衡亦以铜为之，如尺而首尾皆曲，有二孔，对孔直窥以候中星。又有铜球，左右转旋以象天体，以方函盛之，函四周作二十八宿真形。

台下小室有量天尺，中为紫微殿，旁有铜壶滴漏，匾曰："观象授时"；联曰："敬协天行所无逸，顺敷星好敕时几"；皆高宗纯皇帝御书。



简仪、仰仪及诸仪表并元郭守敬所制。《春明梦余录》以为耶律楚材，误矣。

紫微殿东小室即浮漏堂，内有铜人一、铜壶五。铜人为调壶用，并不占日晷短长。

康熙十二年，以旧仪岁久不可用，圣祖仁皇帝御制新仪凡六，一天体仪，一赤道仪，一黄道仪，一平地经仪，一平地纬仪，一纪限仪，陈台上，至今遵用。其旧仪藏台下。

乾隆九年，高宗纯皇帝御制"玑衡抚辰仪"，复钦定《仪象考成》一书，绘图著说，传之万世。又御制古观象台诗云：

奉若钦惟显，研几懔曰明。瑶枢调律纪，珠贯验天行。

翠辇临黄道，星台据月城。浑仪观建象，神器惕持盈。

命羲仲和叔，在璇玑玉衡。授时熙庶绩，敢恃泰阶平。

七、清朝重大天文活动及其贡献

清朝初期在采用西洋历法、引用和培养西洋和中国天文人才、研制新的天文仪象、编纂历算书籍、开展天文测量实践等方面，确实取得了一些成绩，有一番兴旺景象，把我国天文历算事业推进到另一境界。同时又形成研究中西历算的学术风气，为此后我国学者接受欧洲新天文学起到先驱的作用。从这方面意义来说，是有积极作用的。清朝重大天文活动有：

(一)历法问题的论争

清朝初期有几次历法的论争，其实质是中西历法准确度的检验。论争时间持续很长。尽管统治者采用西洋历法，已具有一定倾向性，但他们在论争面前，谨慎从事，为了弄清是非，决定让实践来充当裁判，相当理智和明辨。

《清史稿》载："顺治元年八月初一日食"，《时宪历》计算为：日食二分四十八秒。《大统》、《回回》历亦进行推算。当时，清廷命大学士冯铨，会同汤若望赴观象台测验。结果新法符合，《大统》、《回回》时刻不对。于是下令："旧法岁久自差，非官生推算之误，新法既密合天行，监局宜学勿怠玩。"

顺治十七年(1660)，安徽官生杨光先向礼部上书说《时宪历》封面有"依西洋新法"字样，控告汤若望"窃正朔之权予西洋"；后礼部仅将这五字改为"礼部奏准"而了结此事。康熙三年(1664)杨光先又向礼部上《请诛邪教状》，控告汤若望谋反。当时康熙年幼，辅政大臣会同礼、刑二部，会审汤若望、南怀仁等在京传教士，草率决定判汤若望及钦天监中牵连官员七人死刑，后因减刑汤若望监留在京，时宪科李

祖白等五人处斩。以杨光先为监正,他请求复用《大统历》,不久,又启用以前为汤若望辞退的回回科历官吴明烜为监副,改用《回回历》,但该历毕竟粗疏。康熙七年十一月,南怀仁指出监副吴明烜《回回历》计算各法不合天象。于是,康熙皇帝召集南怀仁、利类思、安文思及监官马祐、杨光先、吴明烜等至东华门,大学士李霨传谕:"授时乃国家要政,尔等勿挟宿仇,以己为是,以彼为非,是者遵用,非者当更改,务期归于至善。"十二月,南怀仁劾吴明烜所造康熙八年七政时宪书错谬。又交王大臣九卿、科道会议讨论,议政王等言:乞派大臣同南怀仁等测验。十二月二十六日,再传谕图海、李霨等二十名重要阁臣览阅南怀仁对吴明烜《七政》、《民历》的意见是否正确,并令他们共同赴观象台实测立春、雨水、太阴、火星、木星等躔度。结果,南怀仁测验及其所指仪器函条皆符,而吴明烜所测逐条皆误。于是,康熙八年一月二十六日,宣布废《大统历》和《回回历》,命南怀仁为治理历法,使停止五年的《时宪历》又复行用。

十分有趣的是,康熙二十九年二月初一日,康熙帝与任职于皇宫的法国传教士张诚(Francois Gerbillon,1654—1707),分别预测到这天应有日食。于是,率内院大臣同往观象台观察,果然应验。康熙帝还把掌握的科学知识传授给皇太子及其他臣僚,以致皇太子把计数表装入套中,带在身边,以备询问测算。

实测的检验有时亦校核出新法并非完全准确。康熙十五年钦天监奏五月朔日食,监副安泰依古法算应食五分六十秒,南怀仁用新法计算只应食二十徽三分秒之一。至期登台测验,酉正食甚,将及一分,戌初刻复圆,古法所算分数失之甚远,但新法亦不甚合。南怀仁认为,此乃蒙气所致,蒙气能映小为大。该理由并不充分,实测暴露新法尚未尽善尽美。



(二)发展历算、诱掖人才的措施

清初着力发展天文历算,采取进步措施,延揽人才。与明朝不许民间私学天文相比,政策甚为宽松。《清史稿》载:"康熙六年,诏荐天下知算之士。"于是许多历算人员应聘,其优秀者如龚士燕亦入都。其时钦天监用《大统历》算七政多不合天,龚士燕奉旨在观象台每日测验,而金星比计算的差三十度,因此修改古法,并根据七年所测表影推算太阳盈缩;又据每日所测的五星行度,定出迟疾,彼所推求加减、气、闰、转、交诸应,测验皆与天合。康熙八年,奏对武英殿,授历科博士。

康熙五十年十月,谕礼部考取效力算法人员,临轩亲试,录取顾琮等四十二人。顾琮后来于乾隆二年任协办吏部尚书,主持纂修《历象考成》一书,共同参与者有梅瑴成任总裁,何国宗任协同总裁等数十人。

康熙五十八年二月,以推算人不敷用,敕礼部录送蒙养斋考试,又录取朝士傅



明安等 28 人,在蒙养斋修书处行走。

由于康熙皇帝本人喜欢历算,因而对天文历算人员甚为优容,知人善任。康熙五十一年二月,幸避暑山庄,召梅瑴成前往;又有苏州府教授陈厚耀、钦天监五官正何君锡之子何国柱、国宗,官学生明安图,原任钦天监监副成德,都随同侍值,康熙亲临提问,允许其问难如师弟子。及后梅瑴成至,奏对得体,遂与陈厚耀在宫中任职,赐举人衔,充蒙养斋汇编官,会同何国宗、明安图、陈厚耀等编纂《律历渊源》巨著。

这种风尚,至后来仍然遵行。史载:"光绪十九年六月,命直省择保精晓天文、医理、卜筮、数学及娴于堪舆者,上之内务府。"可见其重视。

不仅如此,对各行省推荐的历算人才,亦都从宽录用。雍正初年,浙江邵泰衢,兼明算术,经推荐,授钦天监左监。乾隆年间,浙江张永祚,由督学王兰生录为诸生,闽浙总督嵇曾筠,求通知星象者,经考试,立成数千言,荐于朝,授钦天监博士。屡引见,占候悉验。

而对天文生的录取,亦似乎已采用公开考试的途径;由此相应培养出优秀人才。史载:浙江陈杰,于道光年间考取天文生,任钦天监博士,供职于"时宪科"兼"天文科",累官国子监算学助教。曾亲自在观象台督率值班天文生频年实测黄、赤大距为 23°27′,未经奏明,故当时未敢用。及至甲辰年修《仪象考成续编》,监臣以此值上报,经批准钦定颁用。又如,道光年间,安徽姚延之随兄姚元之人都,应试天文,人钦天监补博士,后任钦天监监副。

通过高级官员的推荐,亦是提拔人才的门路。史载:康熙十三年,康熙帝问士于大学士李光地。李第一个推荐的就是王兰生,于是王兰生直接被召进内廷。康熙五十二年,命王兰生和其他举人一体考试,九月,蒙养斋算学馆开局,参与编纂《律吕正义》、《数理精蕴》等历书。

(三)天文仪象的研制

《清史稿》载:"康熙八年,敕改造观象台仪器。"《畴人传·南怀仁》称:"康熙八年八月,因旧制仪器有差,疏请改造,呈式样。部照南怀仁所拟建造。"康熙十二年制成,共为黄道经纬仪、赤道经纬仪、地平经仪、象限仪、纪限仪和天体仪。

与我国传统仪器相比,此六件大型铜仪工艺精美,用途广泛,能够测定天体的黄道经纬度,赤道经纬度,黄赤大距,地平经纬度,北极出地高度,太阳出没时刻,朦胧昏影时刻,太阳躔度,两天体距度,经纬度差,出没的时距,等等。所刻的度分,亦较元、明仪器精细:

在时刻方面,周日为 24 小时,共 96 刻,24 小时用初、正两字来区别。每小时分

为4刻，一刻15分，再分为180细分，每一分相当5秒，配以游标，可读到一秒。

在度数方面，周天360°，每度分为60分，一分又分为4细分，相当于15秒。

而且在黄道和赤道经纬仪的黄道（赤道）圈上设有四个游表，叫做黄道（赤道）经度游表；又在过极黄经（赤经）圈上，设四个游表，称为黄纬（赤纬）游表。这都为中国传统仪象所没有。

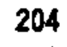
此六件仪象，于康熙十三年安装在观象台上。《清会典》载："观象台上，旧列简仪、浑仪、天体仪……康熙十三年将旧仪存贮台下[①]，用新制各仪六座安设台上。"

康熙五十二年[②]，命西人纪利安制地平经纬仪，置于台上；然而，经考证或称，此仪象为法王路易十四赠给康熙；因其刻度使用阿拉伯数字，没有刻制造年代及造者姓名，又没有流云升龙装饰，与中国传统仪象迥异。此说或许可取。

后来就观象台旧仪象去留问题，又经过一番艰苦争论。乾隆初年，在钦天监任职的德人戴进贤等，大力主张将余下的旧仪器作废铜销毁。幸好经刑部侍郎张照的请求，才得保留。《清实录》载：

> 乾隆五年闰六月……礼部议复，刑部右侍郎张照奏称：元臣郭守敬，仿玑衡遗意，制造仪器，向置观象台上，流传至今四百余年。嗣因西洋人纪利安因制新仪，将旧仪销毁，惟存简仪、浑仪、仰仪等数件。今又有交养心殿造器皿之仪。窃思羲和以来，中国所存躔度遗规，惟此一线，良可爱重，岂宜销毁。乞敕下礼部，会同钦天监，查观象台旧仪完全者几座，不全者几座，开造清册三本，分贮内阁、礼部、钦天监，以昭慎重；从之。于是，这三件残留仪器，方得以保存[③]。

乾隆年间，清代处于鼎盛时期，年轻的乾隆皇帝，学识渊博，才气横溢，承袭父祖遗风，重视历算，于是，遂有观象台第八件大型天文仪器、玑衡抚辰仪的制作。



《清史稿》载："乾隆九年十月二十七日，重修翰林院工竣，上幸翰林院，分韵赋诗……是日，幸贡院，赐御书联额。复幸紫微殿、观象台。"

《钦定仪象考成·奏议》载："皇上驾幸观象台，特允庄亲王等所请，规仿玑衡，制造大仪安设台上，以裨观候。"当时，乾隆皇帝莅台视察，看到台上所有仪器，都是

---

① 约六十年后梅瑴成在《操缦卮言》书中记述其见闻称："余于康熙五十二三年间，充蒙养斋汇编官，屡赴观象台测验，见台下所遗旧器甚多。而元制简仪、仰仪诸器，俱有王恂、郭守敬监造姓名，虽不无残缺，然睹其遗制想见其创造苦心，不觉肃然起敬也。"

② 《清会典》记为五十四年。

③ 乾隆九年冬，这三件仪器移置观象台下紫微殿前面，梅瑴成在《操缦卮言》中亦述其亲闻经历："康熙五十四年，西洋人纪利安欲炫其能，而灭弃古法，复奏制象限仪，遂将台下所遗元明旧器作废铜充用……乾隆年间，监臣受西洋人之愚，屡欲检括台下余器，尽作废铜送制作局。廷臣好古者闻而奏请存留。礼部奉敕查验，始知仅存三仪，殆纪利安之烬余也。"



西式结构，大不为然，遂同意大臣所请，下令按照中国传统浑仪，再造一架精致仪器。于是，组成研制设计班子，能工巧匠，齐力攻坚，历时十年，方始完成。乾隆十九年正月初五日，赐名为“玑衡抚辰仪”。

研制设计领导班子组成人员如下：

总理	和硕庄亲王	允禄		
协理	刑部尚书	张照		
	户部尚书	海望		
	兼管钦天监事务	何国宗		
	内务府大臣	三保		
设计	钦天监监正	戴进贤		
	钦天监监正	刘松龄		
	钦天监监副	鲍友管		
	钦天监监副	傅作霖		
监造	内务府郎中	佛保	杨作新	公义
	钦天监中官正	何国栋		
	内务府催总	舒山		
	原内务府副总领	叶文成		
	钦天监博士	刘裕锡		

玑衡抚辰仪高两米，结构有三层。外层为双环子午圈，以云座支承，北极出地度数为北京地理纬度，不用地平圈。天常赤道结联于子午圈。第二层为贯两极的双环赤经圈，中腰结游旋赤道；不用黄道圈。最内层是双环四游仪，中设窥管，管口有十字丝，有利提高观测精度。整座仪器共用铜 14024 斤 5 两，建造时耗资 3569 两 8 钱多白银。

此仪继承传统浑仪规格，但有发展。体态典雅，雕刻精良，朵云叠翠，双龙盘升，娇姿天成，远超过其他仪器。周日时刻为 96 刻；周天则为 360°。

这仪器还有附属部件：指时度表、借弧指时度表、指纬度表、立表、平行立表、平行借弧表、绾经度表、平行线测经度表等。今已无存。此仪器可直接测某星的赤经，这是因为玑衡抚辰仪的赤道可以旋转，所以可用距星的经度定旋转赤道的位置，位置一定之后，所得的度数就是赤经。这是此仪的优点所在。

清朝还制造漏刻；现存有两座，都存于北京故宫博物院。一座造于乾隆十一年四月，置交泰殿；另一座造于嘉庆四年，原置皇极殿，后移奉先殿。两座漏刻结构相同，但皇极殿漏刻稍大。铸造时用黄铜 3500 斤。交泰殿漏刻沿袭明制，只就明朝遗物，改百刻的箭为 96 刻的箭而已。

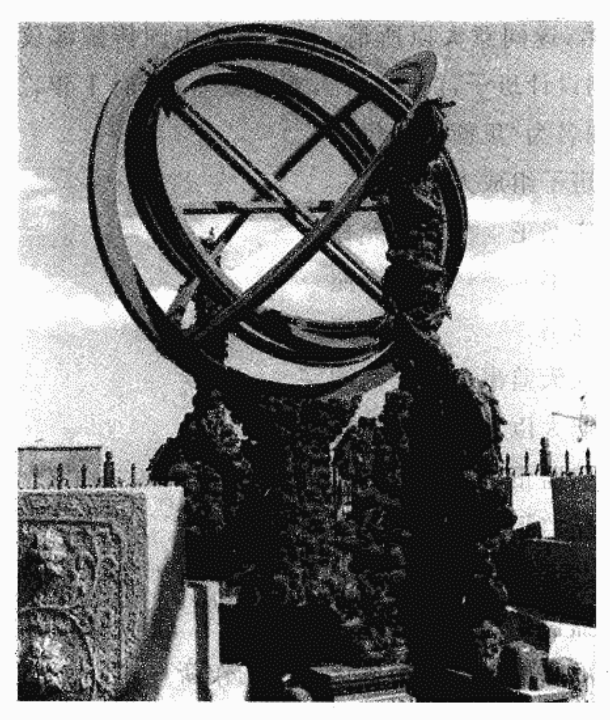


图 2—14 玑衡抚辰仪

漏刻共有日天壶、夜天壶和平水壶等三个播水壶，层接而下；并有分水壶，在平水壶之下稍后，再有圆形受水壶(亦名万水壶)，在座前地平上。受水壶上为铜人抱时刻漏箭，长三尺一寸，上起午正，下尽午初。壶中安箭舟如铜鼓形，水涨舟浮，则箭上出；水盈箭尽，则泄之于池。壶面都刻有大清乾隆年制。平水壶面刻高宗纯皇帝御制铭，岁在乙丑孟夏之月，铭文曰：

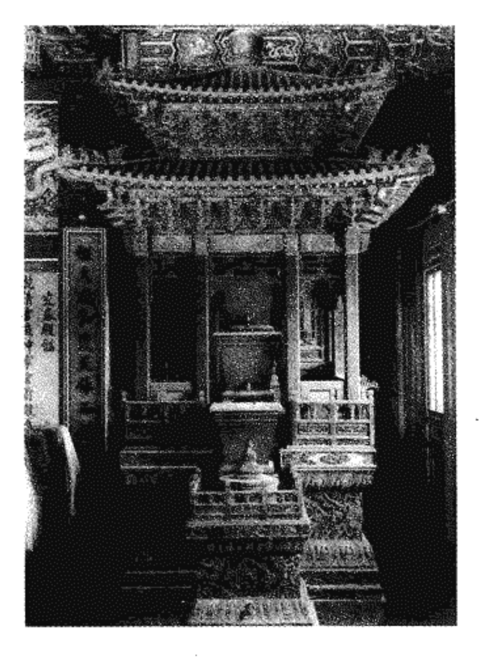


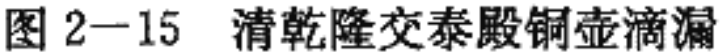
……命彼畴人，徵官戒井，斟衡酌权，范金规木，制兹漏莲。玉柱金筒，水火燥寒。协其高卑，别以方圆。九十六刻，成一日焉。

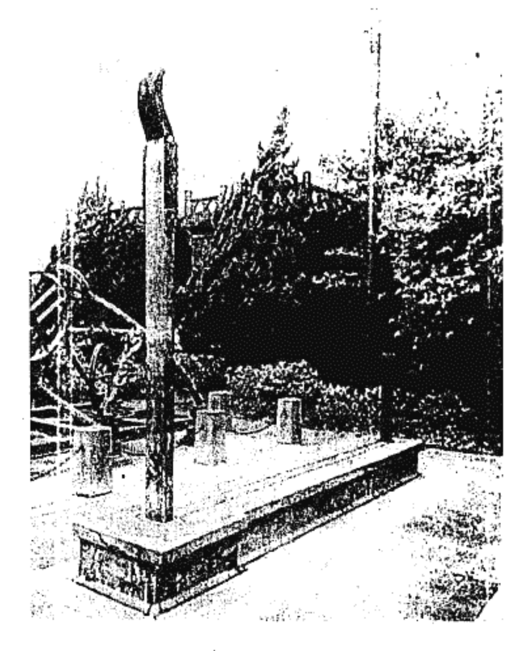
清朝还修复铜圭表。乾隆九年利用前代遗留部件改造修理，其中铜圭是元朝原件，其表面刻有自 6 世纪北周起沿用下来早已失传的天文专用尺标度，因久经风雨浸蚀，很难辨认。近年，我国学者偶然发现刻痕，测出了尺值，这使复原我国古代天文仪器成为可能。而特别的是，此圭表明朝已有，原圭座长度是按表高八尺设置。清朝在表顶加曲叶后，冬季表影常落于圭座之外，故于圭座北端立一小表，其作用在于延长圭座长度。此圭表现存置南京紫金山天文台上。

清末，八国联军侵入北京，当时侵略者曾分别将古仪器运走。钦天监为了维持最起码的日常观测，于光绪三十一年(1905)赶制折半天体仪和地平经纬仪两件仪器，所谓折半，就是直径只有清初仪器的一半。这两件仪器现亦存置南京紫金山天文台上。






图 2—15　清乾隆交泰殿铜壶滴漏


图 2—16　圭表

(四)历算仪象书籍的编纂

清朝钦天监参与编纂的历象书籍相当丰富。《灵台仪象志》可算最早的著作。南怀仁于康熙十二年完成六件天文仪器研制的同时，亦编纂成《灵台仪象》一书，并于康熙十三年正月申请刊印。全书共 16 卷，开始是序言和奏表各一篇，前四卷为文字叙述，中间十卷为表格，最后二卷为《仪象志图》。

1.《灵台仪象志》

序言和奏表讲述制作仪象和撰写书籍的原因，以及日、月、五星的地心运行、各星距离远近；并阐明自仪器制造、调试以至投入使用的难点。

文字叙述部分。前四卷较多涉及西方早期物理学、力学和运动学知识。或许由于铸造仪器关系，亦介绍材料强度、断裂，物质比重、重心稳定等；由于仪器吊装、搬运关系，介绍杠杆原理、滑轮省力、螺旋作用等。颇有意思的是介绍垂线球仪，亦就是单摆的知识。单摆的周期与振幅无关"等时性"，周期平方与摆线长度成正比，而作为单摆计时的例子，介绍自由落体的行程与时间平方成正比等。

光学方面介绍折射和色散，日光通过三棱镜被分解成各色光，讨论太阳光的合成和分解；光线在不同介质面上的折射，入射角与折射角的相关表。

测量方面，介绍测地球半径，测南北线方法，罗盘经差偏角，地面上经纬度差与距离的换算关系，各纬度圈上一度与赤道一度长的比例换算；测定云高度方法；同



时亦介绍温度计和湿度计的原理及结构等气象知识。

天文仪象方面，介绍新制六件仪器按赤道、黄道、地平三种坐标系构思，天体仪则表示整个天球总体，纪限仪是独立于三种坐标系之外，测任意两星角距离的仪器。详述六仪器的结构、用途及使用方法、刻度游标使读数精度提高的原理。并讲述用不同坐标体系的仪器测量同一天体坐标互相密合的机理。

表格部分。主要为1876颗恒星星表：

黄道经纬仪表，用黄道经纬仪所测，历元取康熙十一年(1672)壬子，共测1367颗星。星等1至6等。

增订附各曜小星黄道经纬表，亦用黄道经纬仪所测，共509颗。两者共1876颗。

赤道经纬仪表，用赤道经纬仪所测，历元取康熙十二年癸丑，共1368颗。

增订附各曜小星赤道经纬度表，亦用赤道经纬仪所测，共508颗。两者共1876颗。

以上是钦天监官员共32人，制造仪器和著书，观测，共历时三年多完成。

插图部分。共117幅，是制造新仪器和讲述上面知识时所用，对理解起一定作用，颇有价值。

《灵台仪象志》编纂者署名为：

治理历法　南怀仁

右监副　刘蕴德

春官正　孙有本

秋官正　徐　瑚　张问明

博　士　鲍　选　殷　铠　张登科　孙有容
焦　桢　鲍英齐　刘应昌　李颖谦
林升霄　宁完璧　魏起凤

天文生　肖尽礼　席与荣　薛宗胤　朱世贵
张文臣　张士魁　李　式　刘昌胤
封承荫　冯　迈　戈掌镇

2.《历象考成》和《历象考成后编》

清初，经过汤若望修改的《西洋新法历书》。并不完善，“图与表不合”，而且解释用词隐晦难解。于是，康熙五十三年，令钦天监组织人员加以修订，至康熙六十一年完成，称为《历象考成》，共42卷。上篇为《揆天察纪》，阐述计算原理，共16卷。下篇为《明时正度》，叙述计算方法，共10卷。还有附运算表，共16卷。此书是由梅瑴成、陈厚耀、何国宗、明安图等人协同编纂的，由明安图任考测工作。



《历象考成》仍采用第谷体系，但这在当时已不算先进了。可是，经过加工，修订了"图表不合"的缺点，理论叙述变得清晰了。还有几项订正：根据实测，将黄赤大距由23°31′32″改为23°29′30″；在计算太阳时的"时差"时，《历象考成》考虑到太阳轨道的近地点每年有移动，因而，将太阳不在赤道上运行及其视运动的不均匀性这两个因素，分别立表，这就比《西洋新法历书》把这两个因素合立一表要来得准确。同时，在计算日食三差时，以白道为基本参考面，这亦比《西洋新法历书》以黄道面为参考平面要为准确。最后的一点修订是：在计算月食方位时，采用月面方位的新规定，把清人王锡阐的发明"把月面圆周分成360°来计算月面方位"加以采纳而形成。这样就可很清楚地说明月面的上下、左右方向了。

尽管做了这样的修订，然而《历象考成》的理论根据是落后的，年代一久，与天象不符合越来越显著。及至雍正八年六月初一（1730年7月5日）的日食，预推与结果不符合。于是，当时的钦天监监正奏请由钦天监中任职的戴进贤和徐懋德两人负责修订，这两人就根据法国天文学家卡西尼的计算方法和数据，推算了一份包括日躔、月离的历表[①]，直接附在《历象考成》的后面，既没有说明理论依据，也不说明使用方法；除他们两人外，钦天监中当时只有另一位蒙族天文学家明安图才懂得应用此表。于是，乾隆二年（1737）五月初八日，协办吏部尚书顾琮建议，组织钦天监官员，对《历象考成》的表解图说进行全面增修，于乾隆七年完成，称《历象考成后编》，共10卷，与前编合成一帙。同样分为计算原理、计算方法和计算用表三部分。后编彻底抛弃过时的第谷小轮体系，改用开普勒、牛顿、卡西尼等人的成果，但将其改换成地心椭圆运动定律和面积定律。这是一种定义在太阳为中心的开普勒行星定律，在历书上以地球为中心坐标的反映。在天文常数方面，引进更精确的视差和蒙气差理论，把太阳的地平视差由3′改为10″；太阳的地平蒙气差由34′改为32′。不同高度的蒙气差值，亦多有修改，较为准确，还有月食计算中，考虑地球大气对地球半径增大的影响。至于日躔、月离表，则根据意大利天文学家格拉马蒂奇[②]的著作编制，该书参考了牛顿的理论。这样《历象考成后编》就较为进步了。



《历象考成后编》署名官员是：

总理	和硕庄亲王	允禄
	和硕和亲王	弘书
汇编	吏部尚书	顾琮
	刑部侍郎	张照

① 修日躔、月离二表，以推日、月交食，并交宫过度，晦朔弦望，昼夜永短，以及凌犯共39页，续于《历象考成》诸表之末。

② 格拉马蒂奇（N. Grammatici）。

	工部侍郎	何国宗
	鸿胪寺卿	梅瑴成
	钦天监监正	进爱　戴进贤
	钦天监监副	徐懋德
	钦天监五官正	明安图
分校	刑部员外郎	高泽
	户部湖广司	孟泰岩
	钦天监时宪科春官正	何君惠
	钦天监时宪科秋官正	方瑴
	国子监算学教习	何国栋
	钦天监时宪科博士	潘汝瑛
提调	钦天监主簿	朝可托　毛嘉梓
	钦天监天文科五官灵台郎	萨哈图
收掌	钦天监时宪科博士	永定
	钦天监博士	张弘汉
	钦天监时宪科博士	祝乔龄
	钦天监时宪科天文生	李鏊　白士杰
推算	钦天监时宪科博士	罗廷　孙君德　王德明
	钦天监时宪科天文生	刘必显　徐文学　路铨
	钦天监天文科天文生	徐彭年
	钦天监候补天文生	文有德
考测	钦天监天文科五官灵台郎	陈世铨
	钦天监时宪科博士	鲍怀仁
	钦天监时宪科天文生	何国政
	钦天监天文科天文生	欧天瑞
	钦天监候补天文生	陶琨
校录	钦天监时宪科天文生	董又新　门泰
	钦天监时宪科天文生	潘从源　何廷禄
	钦天监候补天文生	孙君礼　何廷璐　郎大受

3.《仪象考成》和《仪象考成续编》

乾隆九年正好是甲子年，当时钦天监因为观测到黄、赤交角比《灵台仪象志》时期，已由23°32′减为23°29′，各表格应逐一修订。同时又发现该书中所载的恒星位置，有很多不正确，因此奏请清政府批准重新测算星表，得到乾隆皇帝同意："著庄



亲王、鄂尔泰、张照议奏。钦此"的旨令。开始组成工作班子进行修订，于乾隆十七年编成称《仪象考成》共 32 卷；该书首两卷介绍"玑衡抚辰仪"的性能和用法，后 30 卷为星表。

《仪象考成》是为修订《灵台仪象志》而作。乾隆皇帝为此书撰写序言称：

……并考天官家诸星纪数之阙者，补之序之，紊者正之，勒为一书名曰仪象考成。纵予斯之未信，期允当之可循。由是仪器正天象、著而推算之法大备……

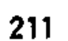
《仪象考成》的卷帙为：

恒星总纪	一卷
恒星黄道经纬度表	十二卷
恒星赤道经纬度表	十二卷
月五星相距恒星黄、赤经纬表	一卷
天汉经纬度表	四卷

恒星坐标以乾隆九年甲子(1744)为历元。当《仪象考成》三十卷正刊刻时，适"玑衡抚辰仪"告成，复编《仪说》两卷，置于卷首，故为 32 卷。全书于乾隆二十一年印行。

"恒星总纪卷"内称：撰者对《灵台仪象志》的星数做了清理，并同新志作比较，得出合于传统星名的有 259 个星官共 1129 颗，比《步天歌》少 24 星官共 335 颗星；又于有名常数之外，增添 597 颗，合计 1726 颗；再加上南极星官 23 座、150 颗星，共为 282 星官、1876 颗。

但是根据允禄在书成上奏时所载的星数来看，存在矛盾。也曾对《灵台仪象志》作统计，与传统的 283 个星官 1464 颗星相比，《仪象志》有 261 个星官共 1210 颗星，比《步天歌》少了 22 个星官共 254 颗星。另外，又增加了 516 颗[①]增星，再加上南极星官 23 个，星 150 颗，那么就共有 284 个星官 1876 颗星。而《仪象考成》所得的是 277 星官共 1319 颗星，比《仪象志》多出 16 星官 109 颗星。其中纠正《仪象志》次序混乱的 105 个星官共 109 颗；另又增加传统所无的星 1614 颗，再加南极 23 个星官为 150 颗，总共 300 星官、3083 颗星。产生矛盾的原因可能在于，奏折把增星亦计入传统星数之故[②]。



《仪象考成》的恒星位置表准至"秒"，这在当时观测仪器的准确度来说，似难做到。然而又为何得出呢？据考证，很可能是以 1725 年正式刊布的英国弗兰斯蒂(J. Flamsteed，1646—1719)星表为蓝本，经过实测编纂的，有的则是经过验证之后就采用其数据，加上岁差等项的改正；有的则是自己实测。据史载，当时进行编修

① 与前面增添 597 颗相比，少了 81 颗。

② 事实上，3083 颗减去 1614 颗再减去 150 颗，即为 1319 颗。

时，钦天监监正戴进贤已病故，实测撰编工作是由监副刘松龄、鲍友管、明安图等人进行的。据其自称："逐星测量，推其度数，观其形象，序其次第，著之于图。"工作量之大，可想而知。

《仪象考成》还载有戴进贤主持绘制的"恒星全图"、"赤道南北恒星图"、"黄道总星图"三种。

《仪象考成》编纂署名官员是：

总理	和硕庄亲王	允禄
	保和殿大学士	鄂尔泰
	刑部尚书	张照
协理	兼管钦天监监正事务	觉罗勒尔森
	兼管钦天监事务	何国宗
考测	原钦天监监正	戴进贤
	钦天监监正	刘松龄
	钦天监监副	鲍友管
推算	钦天监五官正	明安图
	钦天监春官正	何国卿
	钦天监秋官正	孙君德
	钦天监冬官正	鲍钦辉
	钦天监博士	鲍怀仁 路铨 白士杰 钮兆凤 李鳌
	钦天监天文生	徐文学 何廷禄 张肱 鲍怀礼 陈际新
绘图	钦天监五官灵台郎	欧天瑞
	钦天监天文生	潘从源 金渊 文有德

《仪象考成续编》的编纂工作，是在《仪象考成》一书的星表使用了 90 年之后提出的。道光十八年(1838)八月，管理钦天监事务敬征，由于日、月交食推算与实测不符，考虑到康熙十三年所测黄赤交角 23°32′，至乾隆九年所测为 23°29′，而新测值则为 23°27′。他认为由交食的推算重修历算，必须修订《仪象考成》中的恒星黄道和赤道经纬度二表。于是，他在道光二十二年的上奏被批准，并经指定为总裁，钦天监监正周余庆、左监副高煜为副总裁，开始了《仪象考成》一书的修订工作。全书于道光二十五年七月完成上报，定名为《仪象考成续编》。卷帙为：

经星汇考	一卷
恒星总记	一卷
星图步天歌	一卷
恒星黄道经纬度表	十二卷



恒星赤道经纬度表	十二卷
月五星相距恒星经纬度表	一卷
天汉黄道经纬度表	二卷
天汉赤道经纬度表	二卷

共 32 卷。所测黄赤道经纬度以道光二十四年甲辰为历元。

修订测算的程序是：先测赤经作为检验，然后再进行详细计算，从半周天到一周天，考测了各星的赤道经纬度，再换算求黄道经纬度，黄道岁差值取每年 52"。经过两年多的测算比对得出，就《仪象考成》中，按赤经测量，坐标值略大而书中未载的恒星，发现 163 颗。又"书中原载，但考测未见的恒星"，取消了 6 颗。这样，《仪象考成》的 300 个星官共 3083 颗星，被增至 300 星官共 3240 颗星。其中正星 277 个星官 1319 颗星，增星 1771 颗，加上南极星官正星 130 颗，增星 20 颗，共得 3240 颗星。这就是《清会典》所载的星数。但是在工作过程中，亦对星体暗弱者加以观测，又多增 600 多颗，故实际共测算了 3800 多颗星。

从道光六年，在钦天监中任职的最后一位传教士高守谦告病回国。此后清政府不再聘用西洋人，钦天监的工作摆脱其影响。《仪象考成续编》工作完全是中国官员自己担任的。这是中国封建社会中最后一次，亦是最完备的一次恒星测量，所用的星名、星数及命名编号，就是现在通常使用的中国星名。极为可惜的是，这次本来已测有 600 多颗星体暗弱的小星，但其经纬度没有载入《仪象考成续编》内，而是另册存记以备考查。后来由于保存不善，已散失无存。

然而，《仪象考成续编》对恒星的测算过程中，提出一些正确论点，大有可取之处。

(1)得出黄赤大距古大今小的结论，在书中卷一"经星汇考"的南北岁差考明确指出：

> 至若恒星黄道，古谓纬度不移，西法亦谓之终古不动，而今之实测，皆与前表不合……盖黄赤大距既已古远今近，则周天恒星必不能俱随其式而迁。恒星既不能随黄道之式而迁，则距黄道之纬度宜其有变矣。

(2)纠正传教士对恒星星等的错误概念。传教士认为星等是恒星本身直径大小的直接反映，并且由此推求出恒星线半径与地球半径的比例。在"经星汇考"的恒星高卑考中亦指出：

> 若西法论星体之大小，皆定为与地半径之比例，亦悬拟不确。盖诸曜体径，皆由地半径差与各视径之经例而知……恒星则去地极远，既无地半径差，即无由而比例体径。乃西法依土星去地量加其远，遂设为比例之率，已概见其无据。

(3)恒星迟速微差的判据。在“经星汇考”的恒星行度考中论述称：

若夫黄道经度，其差自古均齐。由今考之，各星亦有微异……考之近年实测，各星迟速微差，然则盈缩之说，恒星亦宜为有，第由星行高卑之微而致。

这是指明恒星亦有运动，打破以往恒星固定不动的观念；从而导致远则“视行”慢，近则“视行”快的迟速微差。这可看成是“恒星自行”概念的一种雏形。

(五)钦天监以外的历算著作

清朝康熙、乾隆年间，社会稳定，人文荟萃，许多学者从事历算研究，成果迭出，名著宏篇，相继问世。有的为受命编撰，有的则为自己创作，于钦天监之外，形成繁荣的学术风尚。在此略为叙述。

1.《律历渊源》

康熙五十一年(1712)，康熙皇帝接受陈厚耀“请定步算诸书，以惠天下”的建议，于康熙五十二年五月，发起修撰《律历渊源》书籍，诏“以诚亲王允祉，皇十五子允禑、十六子允禄充承旨纂修，何国宗、梅瑴成、明安图等充汇编……”所纂之书，每日进呈，亲自阅改。于康熙六十一年编成《历象考成》、《律吕正义》和《数理精蕴》，合称《律历渊源》，共100卷，在雍正元年(1723)正式出版。

《历象考成》共42卷，由陈厚耀、何国宗、梅瑴成、明安图等任汇编，明安图充担考测工作，于康熙六十一年完成，已如上述。

《律吕正义》共5卷，康熙五十二年御定共分三编。上编二卷，为正律审音，下编二卷，为和声定乐，各有图说详细示明，续编一卷，为协韵度曲，亦有图说[①]。

《数理精蕴》于康熙五十二年起编撰，是一部融中西数学于一体的书籍，全书53卷，分上、下编及附表。

上编　立纲明体：数理本原，河图，洛书，周髀经解，几何原本。共5卷。

下编　分条致用：首部、线部、面部、体部、末部。共40卷。

附表　八线表，对数阐发微表，对数表，八线对数表。共8卷。

此书贯通中西数学，是清朝习算学者的圭臬，给18世纪正在复苏中的中国数学增加活力，掀起了乾嘉时期数学研究的高潮。该书在代数方程及其符号表示方面有新内容，其中借根方比例，不仅阐述了列方程和解方程的方法，用“根数”代表未知数，用“根”的各次方代表未知数的各次方，而且引进了＋、－、＝等数学符号，借以列出方程。对于“对数”的介绍也比《历学会通》详细。除了阐述对数及其用表

---

① 乾隆十一年，奉敕撰后编，120卷，分祭祀乐、宴燕乐、导引乐、行幸乐、乐器考、乐制考、乐章考、度量衡考、乐问十类。



外，还给出了编造对数表的三种新方法。但没有介绍当时欧洲已有的对数函数方面知识。此外，该书还介绍了一些数论方面的内容，书中称素数为"数根"，此概念在中国古代数学是没有的。

2.《历学会通》

薛凤祚(1600—1680)著。他曾受业于魏文魁，学习中历。顺治九年前后，又受业于波兰来华传教士穆尼阁[①]，学习西历，并协助他翻译西方历算著作。《历学会通》为其编撰，分正集、考验、致用三部分；论内容则为天文历算和天文历算之外各种知识。

正集　正弦法原，太阳太阴部，五星经纬部，交食法，原交食表，中历，日月，五星交食表，经星部，日食诸法异同，辨同异，比例对数表。共12卷。

考验　旧中法，六卷　《授时历》。

新中法，一卷　授自魏文魁东局历法。

西域回回历，一卷　自元朝起与传统并用的回历。

今西法选要，五卷　选自《崇祯历书》。

新西法选要，十五卷　传自穆尼阁《天步真原》。其中除天体运动计算外，还有占验内容。

致用　三角算法，律吕部，运气精微，中法占验部，水法，重学，火法，师学。

考验部叙述黄赤道度及率总数，木星盈缩，平定差步气朔，步月离，五星，历法立成，五星立成域表，日食月食原理，西域历等。

致用部中数学部分有传自穆尼阁的《比例对数表》、《比例四线新表》、《三角算法》、《正弦》各一卷，其中前两卷分别是一至二万的常用对数，及三角函数对数表。他将度、分改为中国传统的百位制。这是对数在中国首次介绍。另外，《三角算法》中所介绍的平面三角与球面三角，比《崇祯历书》介绍的更完整。平面三角多是配合对数计算。球面三角除《崇祯历书》中介绍的正弦、余弦定理之外，还有半角公式和半弧公式等。《历学会通》还有中外水法部一卷，火法部一卷，中外师学部二卷。其他的还有乐律一卷，占验命理一卷，选择二卷，中法占验四卷，以及兵法、医学各卷。

《历学会通》是在《崇祯历书》之后，最先介绍在第谷体系下，计算日、月、五星，交食等方法。

3.《梅氏丛书辑要》中的天算书籍

梅文鼎[②]著作，他于康熙四十一年手定的《勿庵历算书目》中记载，有天文著作

① 穆尼阁(Jean-Nicolas Sm Golenski)，波兰人，1611—1756年。

② 梅文鼎，1633—1721年。

62种,数学著作26种。传世的雍正元年编的《勿庵历算全书》,共收29种74卷。1761年其孙梅瑴成重编《梅氏丛书辑要》,共收23种,60卷;其中天文学9种,20卷:

《历学骈枝》五卷　　《历学疑问》三卷
《交食》四卷　　《历学疑问补》二卷
《七政》二卷　　《五星管见》一卷
《揆日纪要》一卷　　《恒星纪要》一卷
《历学答问》一卷

梅文鼎虽为布衣,然天赋极高,以研究天文历算著称于世,著作极丰;冶中西历算于一炉。注解了《授时历》、《大统历》。他首先提出以几何学方法来解释求日食的初亏、食甚、复原时刻和月食的初亏、食既、食甚、生光、复原时刻的道理,并提出《授时历》中黄、赤道差和黄、赤道内外度的算法,已接近球面三角学。后来,李善兰以几何学方法解释《麟德历》的日躔、月离计算公式,很可能是受梅文鼎几何方法的影响。

在研究西洋天文学时,他讨论了球面三角学方法,研究用本轮、均轮系统解释天体视运动,用偏心圆方法说明太阳视运动,并对小轮的实在性提出怀疑。他还系统整理了传入中国的许多西方星表,整理了《崇祯历书》中关于日月五星位置的计算方法,并做出分析和解释,同时,亦研究过回回历法,中西星名对照。

《畴人传》称:"其学由《授时》以溯《三统》、《四分》以来诸家之术,博考《回回》而归于新法,一一洞见本原,深澈底蕴,而又神明于三角八线勾股方程诸算事,故著书满家,皆独抒心得……卒以李文贞公荐,受圣祖皇帝特达之知,苟非积学渊深,安能膺兹荣遇哉,自征君以来,通数学者后先辈出,而师师相传,要皆本于梅氏。钱少詹大昕目为国朝算学第一,夫何愧焉。"

其实,他亦应是清代天文历算第一家。

4.《则古昔斋算》书中的天文历算著作

李善兰[①]撰。他一生在数学上的贡献最大,《方圆阐幽》、《弧矢启秘》、《对数探源》三书是其力作。他提出求自然对数方法、级数回求的"李善兰恒等式"和素数论,开创了我国高等数学的研究领域。我国近代数学家华罗庚就曾经对"李善兰恒等式"进行研究。然而,他在天文历算方面的贡献亦不逊色。

《则古昔斋算》书中包含有13种著作,共24卷,天文历算方面有:

《天算或问》一卷　　《椭圆新术》一卷

---

① 李善兰,1811—1882年。



《麟德术解》三卷　　《椭圆拾遗》三卷

《椭圆正术解》二卷

上述有关椭圆论著乃为讨论历算中的行星运行而著。自从明安图等人在《历象考成后编》中采用了椭圆面积定律之后，计算日月五星位置，都要用到开普勒方程，在面积和近点角之间互相推求。与李善兰同时代的数学家徐有壬写了《椭圆正术》一书，叙述基本特性，采用对数运算。李善兰看了此书后，为其做了图解证明，并写成《椭圆正术解》一书。后来，他又写了《椭圆新术》和《椭圆拾遗》二书，提出用无穷级数的方法，求解开普勒方程，即用级数展开式来求解，这在近代天体力学的轨道计算中是常用的方法。李善兰的方法虽晚于欧洲，但毕竟是独立研究的心得成果。

《畴人传·李善兰》记述此事，读之大堪吟味：

> 暇日取史志盈朒迟速二法详论之，以质世之治中法者，曰《椭圆正术解》二卷，《新术》一卷，《拾遗》四卷。序云：新法盈缩迟疾，皆以椭圆立算，徐君青[①]中丞谓其取径迂回，布算繁重，且皆系借算，非正术也。因撰是卷，法简而密，尤便对数，驾过西人远矣。但各术之理，俱极精深，恐学者骤难悟入，客窗多暇，辄逐术为补图详解之。

此外，《麟德术解》一书，是他用几何学方法分析研究唐代李淳风的《麟德历》的计算步骤，举凡日躔、月离、交食、晷漏、行星等，皆有章法。其法甚巧，以其数学才能，居高临下，使晦涩词语，化成明晰图示，豁然开朗，而高潮迭起，精彩纷呈。为探讨中国历法的天文学几何图像开辟了道路。

5.《晓庵新法》

王锡阐[②]著，他曾被誉为南方历算名家，深入研究中西天文学，对《授时历》和《大统历》的缺点作了研究，指出《西洋新法历书》的不足，吸取两者优点，撰写《晓庵新法》(1663)和《五星行度》(1673)两书。《晓庵新法》分六卷：

第一卷　讲述天文计算中所需的三角学知识，定义正弦、余弦、正切函数，本质与现代一样，但纯用文字表述。

第二卷　天文学导出常数，二十八宿距度的黄经和距星的黄纬。

第三卷　兼用中西法求朔、望、节气时刻及日、月、五大行星的位置。

第四卷　昼夜长短、晨昏蒙影，月亮和行星位相，日、月、五星视直径。

第五卷　时差、视差，进而给出确定日心和月心连线方法，称“月体光魄定向”。这是其首创。



---

① 指徐有壬。

② 王锡阐，1628—1682年。

第六卷　交食，其中对初亏、复圆方位角的计算，并研究水星和金星凌日推算方法；又讨论月掩星、月掩行星、行星掩恒星、行星互掩各种。对水、金星凌日和“凌、犯”的初、终时刻的计算方法，都是其首创。他虽然在计算中采用三角学，但并未使用西方小轮几何体系。

《五星行度解》一书不分卷，在书中建立的宇宙模型，与《崇祯历书》中采用第谷模型稍有不同。他认为：“五星本天皆在日天之内，但五星皆居本天之周，太阳独居本天之心，少偏其上，随本天运旋成日行规[①]，此规本无实体，故三星[②]出入无碍；若五星本天，则各为实体。”

他试图用磁引力来说明行星绕太阳运行，或许受开普勒关于天体磁引力思想的启发。

他的宇宙模型的特点是：五星之中，土、木、火皆左旋，即与天体周日视运动同向。他由此推出一组计算行星视黄经的公式，较前人准确度为高。但据研究，此结论是错误的。

其他著作有：《历说》五卷（1659）；《历策》（1668）；《推步交朔序》（1681）；《大统历法启蒙》（1663），以及 24 份天文表的《历表》三册。

6.《推步法解》等书籍

江永著。《清史稿·儒林二》载其：“长于比勘，明推步、钟律、声韵。岁实消长，前人多论之者，梅文鼎略举《授时》，而亦疑之。永为之说，当以恒气为率，随其时之高冲以算定气，而岁实消长勿论，其说至为精当[③]。所著有：《推步法解》五卷，《七政衍》一卷，《金、水二星发微》一卷，《冬至权度》一卷，《恒气注历辨》一卷，《岁实消长辨》一卷，《历学补论》一卷，《中西合法拟草》一卷。弟子甚众，而戴震、程瑶田、金榜尤得其传。”



7.《历代长术辑要》

汪曰桢著，十卷。对自西周共和年起到清初 2500 余年间，各用当时通行历法，计算出朔闰时刻编成[④]。这部书极有价值，为此后各家历史年代学的重要参考。史载其另有《古今推步诸术考》二卷，《甲子纪元表》一卷，博览书逾数百部，致力近

---

① 日行规，即第谷体系中的太阳轨道。

② 指土、木、火三行星。

③ 江永认为：“日平行于黄道，是为恒气，恒岁实终古无增损者，而因有本轮，均轮，高冲之差，以生赢缩，则谓之视行。视行岁岁微有移徙，即定气时刻之多寡，亦岁岁不同。”江永，乾隆年间人，乾隆二十七年卒，年八十二。为诸生数十年。

④ 汪曰桢，咸丰年间人。史载，或称其：初撰《二十四史日月考》，上起共和，下与钦天监颁行万年书相接。各就当时行用本法推算，详列朔闰月建大小并二十四节气，略如万年书式，为五十卷；《古今推步诸术考》、《甲子纪元表》两书附于其后。



三十年。

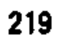
以上，皆为当时钦天监之外的优秀历算家的贡献。

(六)钦天监与清朝大地测量工作

康熙皇帝在平定三藩和收复台湾之后，益感疆域错纷，幅员广阔，方舆地理又今昔互异。为了总揽万方，加强中央管理，乃于二十五年五月初七日谕纂修《大清一统志》，“务求采搜闳博，体例精详，隘塞山川，风土人物，指掌可治，画成地图”。以后又命令全国进行大面积实地测绘，编制《皇舆全览图》。

全国地图测绘开始于康熙四十七年(1708)四月，至康熙五十六年一月，除西藏外，各省全部完工。具体领导测绘的主要是法国传教士雷孝思[①]、白晋、杜德美和德国人费隐，葡萄牙人麦大成；亦命中国官员、精通算法人员和钦天监等有关机构人员共同到各地进行测量。

其部署大略为：1708 年 10 月 29 日，康熙皇帝派费隐、雷孝思、杜德美等往直隶测绘，1710 年 6 月 26 日此一行人又去黑龙江一带。为加快进度，1771 年下令分两路，派雷孝思及新来的麦大成等赴山东，复派杜德美、费隐，法国人潘如[②]及汤尚贤往山西、陕西、甘肃等地测绘。1712 年，派雷孝思、冯秉正及德玛诺到河南、江南和福建，并于 1714 年至台湾测绘。1713 年，汤尚贤、麦大成赴江西及两广，费隐、潘如往四川。次年，雷孝思、费隐去云南、贵州、湖南、湖北。至于西藏，原在 1709 年，曾派员入藏经两年测绘成图，但未测经纬度，无法与内地的地图相接。于是在 1717 年又派在钦天监学过测量的喇嘛楚儿沁藏布和喇木占巴，及理藩院主事胜住等前往。1717 年，由中西人员组成的测绘队齐集京师，康熙皇帝传旨由杜德美、雷孝思、白晋同中国官员一起总结工作。



了解在测量过程中与钦天监官员及天文测量有关的事项，可加强我们的理解。

康熙五十二年三月初二，礼部议复钦天监监正明图等疏言：“康熙三十二年历内，科尔沁等二十四处蒙古节气、太阳出入，俱照理藩院旧图推算，近差官员人等用御制新仪测量各省及口外北极高低，经纬度数，精详更胜旧图，请依新法推算……

---

① 雷孝思(Jean—Baptiste Régis)，法国人，1663—1738 年。
白晋(Joachim Bouvet)，法国人，1656—1730 年。
杜德美(Pierre Jartoux)，法国人，1668—1720 年。
费隐(Zaverius Fridelli)，德国人，1740 年卒。
麦大成(Joannes Franciscus Cardoso)，葡萄牙人。

② 潘如(Guillaume Bonjour)，法国人。
汤尚贤(Pierre Vincent de Tartre)，法国人，1669—1724 年。
冯秉正(Joseph Fransois Marie de Prémare)，1669—1748 年。
德玛诺(Romanus Hinderer)，1669—1744 年。

至蒙古游牧之地甚多，某札萨克应于某处为准，仍令明图等遵照新图查明，定议推算。从之。"同年，钦天监又奏明在蒙古一带的十七处地名，依新图推算，应增入历内，刊刻颁行。在此前后，康熙皇帝亦已派人，将东北、蒙古一带山川地理，俱照天上度数推算，详加绘图，与朝鲜交界的地方，亦作了勘察。

康熙五十三年十月初一日，谕和硕诚亲王允祉等称：北极高度、黄赤距度，于历法最为紧要，着于澹宁居后每日测量，寻奏："测得畅春园北极高三十九度五十八分三秒，比京城观象台高四分五十秒。"同年十一月十三日，命何国栋去广东，索柱去云南，白映棠去四川，贡额去陕西，那海去河南，李英去江南，照海去浙江。《清史稿·圣祖本纪》载："康熙五十三年十一月十八日，遣何国栋测量广东、云南等省北极出地高及日景。"这与实地测绘《皇舆全览图》是相辅相成的事情。

至于各省测绘详细具体情节，可见四川巡抚年羹尧奏章。康熙五十三年七月初二日年羹尧奏称："为恭进川省舆图事，臣于康熙五十二年五月二十七日接准兵部移咨，奉旨特遣武英殿监视布尔赛，西洋人费隐、单爻占，向导护军参领英柱，吏部郎中郎古礼，钦天监副双德前往四川、云南、贵州、湖广四省绘画舆图。又奉旨：画完一省，即将舆图交该巡抚着家人好生送来，钦此。钦遵……"可见钦天监官员是测绘队的成员。

在《清史稿·何国宗传》中，记述更为详细："康熙间，圣祖命制《皇舆全览图》，以天度定准望，一度当二百里。遣使如奉天，循行混同、鸭绿二江，至朝鲜分界处测绘为图。以鸭绿、图们二江间未详晰。五十年命乌喇总管穆克登，偕按事部员复往详审，国宗弟国栋亦以通历法直内廷，五十三年命国栋等周历江以南诸行省，测北极高度及日景，五十八年图成……"



乾隆年间，继续进行测绘。乾隆二十年至二十四年，乾隆皇帝派兵两定准噶尔部，一举讨平回部，结束了我国西北地区自明朝以来长达400年之久的混乱局面，完成康熙和雍正二帝未竟事业，使沙俄的东进及南下计划遇到强有力的遏制。在赫赫武功形势下，乾隆皇帝亟欲详尽了解西北边疆的山川地理形态，于是倡导测绘西北地图，而这些任务就都依靠钦天监的西洋人熟悉天文学、地理学的中国官员去完成。

乾隆二十年六月，乾隆皇帝命测量西疆北极高度和东西偏度（即经度）。上谕称：

> 西师奏凯，大兵直抵伊犁，准噶尔部尽入版图。其星辰分野，日出入昼夜，节气时刻，宜载入时宪书，颁赐正朔。其山川道里，应详细相度，载入皇舆全图，以昭中外统一之盛。左都御史何国宗素谙测量，同五官正明



安图、副都统富德，带西洋人二名[①]前往各该处，测其北极高度、东西偏度及一切形胜，悉心考订，绘图呈览。所有坤舆全图及应需仪器，俱酌量带往。

这次测绘地图是在伊犁地区，从巴里坤开始，分南、北两路展开，完成天山北路及南路一小部分地区测绘，工作由何国宗主持。翌年十月绘完伊犁、吐鲁番地图，由侍卫努克三、哈清阿驰驿赴京，进呈乾隆皇帝。

乾隆二十四年五月初一，乾隆皇帝谕令军机大臣等称："回部将次竣事，应照平定伊犁之例，绘画舆图。"受命前往回部地区测绘的有钦天监五官正明安图、何国宗，三等侍卫德保，及西洋人傅作霖、高慎思同往。由明安图主持，经一年时间，完成天山南路测量。测量中，一般采用天文测量和三角测量两种方法。根据太阳午正高弧决定地理纬度，而根据月食差时推算经度。经过两次测绘，得到哈密以西至巴尔喀什湖以东、以南广大地区 90 多个点的资料，所测的相对位置比较精确；并将该地区节气时刻载入当时的《时宪历书》。

(七)对钦天监中任职的传教士的评价

顺治初年，传教士汤若望(德国)任钦天监监正，康熙三年免职。五年之后，南怀仁(比利时)任治理历法、监副；康熙十三年任监正，于康熙二十七年去世。徐日升(葡萄牙)、安多(比利时)接任。康熙三十三年，闵明我(意大利)继任，于康熙五十一年去世。纪理安(德国)于其前一年接替，康熙五十九年去世。遂由戴进贤(德国)充任。以上，都以"治理历法"名义履职。雍正三年，戴进贤实授监正；六年，徐懋德(葡萄牙)任监副，但他在参与戴进贤编修《历象考成》一书后，于乾隆八年亡故；由刘松龄(南斯拉夫)继为监副。乾隆十一年闰三月初九，戴去世，刘松龄升为监正；鲍友管(德国)为监副，他在刘松龄之下任职达 26 年之久。刘松龄卒于乾隆三十九年九月二十五日，在监行走 32 年。之后，傅作霖(葡萄牙)接任监正；乾隆四十六年，高慎思(葡萄牙)继之接任。先是，刘松龄曾于乾隆二十三年十月十六日，介绍安国宁(葡萄牙)和索德超(葡萄牙)来钦天监任职；至乾隆五十二年，安国宁任监正，而在六十年，索德超则任监正。嘉庆十年，汤士选(葡萄牙)任监正；十三年，监正为福文高。道光三年，李拱辰任监正，高守谦(葡萄牙)为监副；六年，李拱辰、高守谦或去职或因病回国。至此，钦天监再无西洋人任职，前后历时 182 年，才结束了由西洋人任监正的特殊历史年代。

传教士之来华，原以宣传宗教，兼以传播西洋天文历算和自然科学为目的。他

① 此两人即傅作霖、高慎思。史载：刘统勋亦前往，负责考察、采访各地风土人情和地形。由那务那海负责后勤供应，努克三、富德、哈清阿等负责安全保卫。

们都经过训练，晓悉天文、数学、物理、化学、地学和矿冶、火器等工程技术知识，起到中西文化科学传播的桥梁作用。至于任职于当时钦天监的传教士们，已改变了传教的本意，将志趣转向历算。在此，我们略对任职于钦天监中主要西洋传教士们作一评价。

清初，汤若望任职于钦天监 20 年，除天文历算之外，著有《火攻挈要》，译著《矿冶全书》及编纂《恒星表》二卷；且他通晓德、拉丁、意、西等多国文字，汉文造诣亦高，为人勤勉，受到崇敬。

南怀仁任职于钦天监亦近 20 年，研制天文仪器，著有《灵台仪象志》、《验气论》、《赤道南北星图》，还用拉丁文写作了《欧洲天文学》；康熙十七年，撰《康熙永年历》33 卷，历法表预推七政交食；将汤若望所著的 200 年《恒星表》推至几千年之后。他亦通火器、地学，著有《神武图说》70 卷、《地球全图》、《坤舆全图》等。本人通晓拉丁、葡、俄、法、荷、汉、满等多种文字，其汉文著作达 39 种，颇有业绩。但他本人亦有错误。

他在清廷中常充当接待使节的翻译。1676 年，俄国特使来华，他任翻译，为了求得俄国允许开辟一条欧洲传教士从陆路来华的交通路线，向特使提供有关清政府的政治、财政、军事等机密，以及测绘的中国地图。1686 年，他再次与俄国人秘密接触，提供清朝军事情报。这是不可饶恕的，其错误行径为他的历史留下了污点。

徐日升和安多，其贡献在于他们与张诚、白晋等在内廷每日轮流在养心殿用满文为康熙皇帝讲解西方数学、天文。康熙二十九年，令安多编写一册《算术和几何学运算纲要》；又令其编撰一份《求积表》。

闵明我曾参与南怀仁制定《康熙永年历》三十三卷的编校工作。康熙五十年，他发明了《方星图》，亦名《方星图解》，共九幅。图后署康熙辛卯岁仲春治理历法极西闵明我制。

继其后者纪理安，曾于康熙五十二年制地平经纬仪。

戴进贤继纪理安之后，任职于钦天监达 29 年之久，其贡献为介绍西方天文历算，进行大量的天文观测，与刘松龄、傅作霖等合作，详测 3083 颗恒星位置，编制星表。他编纂了《黄道总星图》、《历象考成后编》和《仪象考成》，订正了不少错讹之处。他在天文观测仪器上，最先应用游标，使星表位置的精确度提高到"秒"的数量级；还著有《策算》一书，介绍对数表及用法。他的天文观测之勤，科学素养之高，在来华耶稣会士中是少有的。

继戴进贤之后为监正的刘松龄，工作勤奋，深得乾隆皇帝赏识；参与并协助《灵台仪象志》的修订工作，重制观测星表，以及研制多台大型天球仪。他亦通晓地理



舆图，与郎世宁、傅作霖等共绘制《木兰图》，即康熙、乾隆二帝狩猎场地的舆地图；并且负责玑衡抚辰仪[①]的研制工作。《灵台仪象志》修订后，又逢玑衡抚辰仪制成，绘出图样，写成图说，冠于此修订后的书籍，合称《御制仪象考成》，前已述及；这是清代科技史上的重大成就，因而刘松龄等备受推崇。他死后[②]墓碑上称其："勤敏监务，敬寅恕属，德业兼著。"

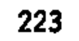
傅作霖的业绩，除了曾参与修订《灵台仪象志》工作之外，还曾与高慎思参加乾隆二十年西疆地区北极高度、东西偏度的测量，和二十四年对新疆回部的叶尔羌、喀什噶尔等地的测绘。

至于后来继任的安国宁、索德超、汤士选、福文高、李拱辰及高守谦等的工作贡献，由于史载不全，无法详辑，然而，从《乾隆己酉年时宪书》署名页载"戊申年安国宁任钦天监监正，记录三次"，以及"戊申年索德超任钦天监监正，加一级"的史实，可见他们是有政绩的。

以上为任职于钦天监的西洋传教士个人业绩概略，他们都忠于职守，勤勉监务，受到同事的尊重。然而，从明末、清初这一中西文化科学交融特殊的时代来说，传教士的总体行为，对中国的科学技术，首先是天文历算，然后推及其他学科，确实起到了良好的作用；从这之后，中国的科学逐渐向接受西方自然科学的方向接轨；他们可称是开拓者。

然而，不可避讳的是：由于他们来华，远离正处于兴旺发展的欧洲，因而对最新天文历算成就未能及时了解和传播，再加上或多或少具有垄断思想，这就使得其输入的已非新成就。康熙十二年修制六件大型天文仪器的同时，在欧洲，已修建更为先进的天文台，相比之下，差距之大，不言而喻。这方面暴露出他们知识的局限性。

在历算方面，开普勒第一、第二定律，在欧洲已于 1609 年发表，然而在中国，到了 1742 年修改《历象考成后编》时，才抛弃本轮、均轮体系，改用一百多年前已发现的开普勒定律。这就是由于传教士在中国这个特殊的封闭环境中生活所造成的。在这历史时期，促使中国古典天文学向现代的转轨是何等艰难。



哥白尼的《天体运行论》发表于 1543 年，标志着近代天文学的开端。这部书，早期来华的传教士曾带到中国，但是，对书中的重要内容，却未向中国学者介绍。直到 200 多年后，才有法国耶稣会士蒋友仁（1744 年来华）把哥白尼学说传入中国，他于 1760 年向乾隆皇帝献《坤舆地图》，在图的四周说明文字中，肯定了哥白尼学说是唯一正确的，并介绍了开普勒定律、地球、地为椭圆的事实。

---

① 此仪器原由监正戴进贤设计，因他去世，便由刘松龄负责制造，中国官员何国宗、明安图，以及西洋人鲍友管，可能还有法国传教士宋君荣、孙璋等参加。

② 刘松龄死后葬于北京阜成门外马尾沟教堂公墓。

咸丰九年(1859),李善兰与伟烈亚力[①]合译《谈天》一书出版。此书的英文原著是英国著名天文学家约翰·赫歇耳,书名为《天文学纲要》,出版于1851年,正是哥白尼《天体运行论》出版300年之际。此300年间,世界上天文学发展突飞猛进。《谈天》一书的出版,使近代天文学第一次系统地传入中国,完成了当时我国天算家徘徊于从地心体系到日心体系的转轨,使中国天文学走向近代天文学进程。

第十八节　古代天文机构的分支——钟鼓楼

我国古代以观象授时为政事之先,钟鼓楼是钟楼和鼓楼的合称,是古代主要用于报时的建筑。钟鼓楼有两种,一种建于宫廷内,一种建于城市中心地带,多为双层建筑。宫廷中的钟鼓楼除报时外,在朝会时也作为节制礼仪之用。此外,古代寺庙也设钟楼和鼓楼,但不属天文系统。

一、宫廷中的钟鼓楼

宫廷中的钟鼓楼,是在逐渐发展中形成的。《玉海》载:"汉长乐宫有钟室,南朝有端门鼓漏,景阳楼钟。"《玉海·晋漏刻》引《水经注》:"洛阳城门置一钟,以和漏鼓。"可以推知:汉、晋已有钟鼓楼的雏形。

南北朝时期梁代的建康宫正殿东南角,已建有钟楼,但无鼓楼。宫廷中建钟鼓楼的,始自隋朝。隋朝洛阳宫乾元殿前东南角有钟楼,西南角有鼓楼;下层设刻漏,按刻漏敲钟,击鼓。唐朝长安太极宫太极殿、大明宫含元殿,在庭院东南角建鼓楼,西南角建钟楼。《玉海·唐太极殿刻漏》:"《舆服志》:太极殿前刻漏所亦以左契[②]给之,右以授承天门,监门昼夜勘合,然后鸣鼓。"《仪卫志》载:"百官班于殿廷左右,循使二人分立于钟鼓楼下。"《玉海》亦载:"《含元殿赋》中,节晷漏于钟律,架危楼之簨虡[③]"的词句;《仪卫志》记有"行漏晷刻漏生四人分左右"。



北宋汴京大内文德殿门内之东侧设鼓楼、钟楼于殿廷之左右。太平兴国四年正月,张思训制成可授时的浑象,诏置于文德殿东鼓楼下。皇祐初,舒易简、于渊、周琮等制成漏刻亦置于此处。

金代南京隆德殿,以及元大都的大明殿延春阁东厢建有钟楼,西厢建有鼓楼。

---

① 伟烈亚力(Alexander Wylie),英国人,1815—1887年。
《谈天》,即英国J.赫歇尔(Herschel)著的 *The outlines of astronomy*,(1851)一书的中译名。

② 古代把合同、总账、卷宗、具结都称契。凡簿书之要目(总纲),狱讼之要辞(卷宗)皆曰契。《礼曲·礼上》:献粟者执右契。契谓两书一札,同而别之,故有左、右契之分。

③ 古代悬钟磬的架,横曰簨,直曰虡。唐白居易《直中书省》诗:"丝纶阁中文章静,钟鼓楼下刻漏长,独坐黄昏谁是伴,紫薇花对紫薇郎。"亦可为皇宫中有钟鼓楼的证明。



到了明朝，宫殿中就不再建钟鼓楼了。

我们之所以称钟鼓楼是古代天文机构的分支，其理由是钟鼓楼从属于太史监。《玉海》载："唐《百官志》祠部掌天文漏刻，司天台五官挈壶正二人，司辰八人，漏刻博士六人，掌知漏刻。凡孔壶为漏，浮箭为刻，以考中星昏明。更，以击鼓为节；点，以击钟为节。长安二年，置挈壶正。乾元元年，与灵台郎，保章正，司历，司辰加五官之名。乾元三年，置春、夏、秋、冬、中官正，掌四时。有漏刻生四十八人，典钟鼓三百五十人。"

这种体制，沿袭至清朝。《清史稿・职官四》载："銮舆卫，銮舆使……旗手卫掌金钲、鼓角；铙歌大乐；兼午门司钟，神武门钟鼓楼直更。"《清史稿・职官二》载："钦天监阴阳生隶漏刻科，掌主管谯楼直更。"可以证实。

二、城市中的钟鼓楼

观象授时之目的，在于便民作息生产，因而城市钟鼓楼的建设，更显其重要性。我们从光绪年间编撰的湖北省《兴国州志・重修刻漏碑记》所记："凡郡必有城，城有楼，其名曰谯楼，上设鼓角与漏刻三物，所以壮军容，定昏晓，兴居有节，不失其时，其为制旧矣……"可以见到其普遍兴建，历史悠久。《明史》载："洪武十四年，颁漏壶式于天下，设台四，上为日天池，次夜天池，又次平水壶，其下万水壶。""令天下郡邑立钟鼓楼，置铜壶。"漏刻由政府统为一式，全国如是。更可说明当时钟鼓楼的设施，已成定规。在这一章中，我们来记述载于典籍的主要城市钟鼓楼。

北京钟鼓楼

北京钟鼓楼始建于元朝至元九年(1273)。《钦定日下旧闻考》称："钟楼，京师北省东，鼓楼北。至元中建，阁四阿，檐三重，悬钟于上，声远愈闻之。""鼓楼在金台坊，旧名齐政。上置铜刻漏，制极精妙，故老相传，以为先宋故物。其制为铜漏壶四，上曰天池，次曰平水，又次曰万分，下曰收水。中安铙神，设机械，时至，则每刻击铙者八，以壶水满为度。涸则随时增添，冬则用温水云。"

同书又载："齐政楼，都城之丽谯也。东中心阁，大街东去即都府治所，南海子桥、澄清闸、西斜街，过凤池坊北，钟楼。此楼正居都城之中，楼下三门。楼之东南转角街市具是针铺。西斜街临海子，率多歌台酒馆，有望湖亭，昔日皆贵官游赏之地……齐政者，书璇玑玉衡以齐七政之义。上有壶漏鼓角……"

鼓楼，后曾遭火灾，元成宗大德元年(1297)重建，明永乐十八年(1420)在营建宫室的同时，又重建了鼓楼。清初毁，又重建，嘉庆五年(1800)重葺。光绪二十年(1894)再次重修。现通高46.7米，总占地面积7000平方米。三重檐、歇山顶，覆灰筒瓦绿琉璃剪边，是一座以木结构为主的拱券式建筑。

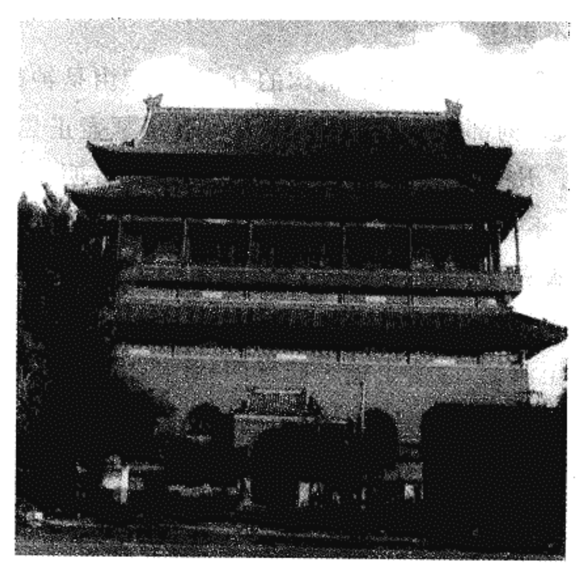


图 2—17 北京鼓楼

钟楼，建成后亦毁于火。明永乐十八年重建，又毁于火。清乾隆十年(1745)再次重建，为防止火灾，全部改用砖石结构，并在楼前立乾隆御制重建钟楼碑记，称其于乾隆十年修建，两年后落成。文辞甚美，爰录于下：

皇城地安门之北，有飞檐杰阁翼如焕如者，为鼓楼。楼稍北，崇基并峙者，为钟楼。其来旧矣。而钟楼亟毁于火，遂废弗葺治。朕惟神京陆海，地大物博，通阛别隧，黎庶阜殷。夫物庞则识纷，非有器齐壹之，无以示晨昏之节。器钜则用广，非藉楼表式之，无以肃远近之观。且二楼相望，为紫禁后护。当五夜严更，九衢启曙，景钟发声，与宫壶之刻漏，周庐之铃柝，疾徐相应。清宵气肃，轻飙远飏，都城内外十有余里，莫不耸听。仿挈壶鸡人之遗制，宵衣待漏，均有警焉。爰饬所司，重加经度。基仍旧址，构用新制。凡柱棁榱题之用，悉甃以砖石，俾规制与鼓楼相称。经始于乾隆十年，阅二年工竣。

钟楼通高 47.9 米，占地面积约 6000 平方米，重檐，歇山顶，黑琉璃瓦绿琉璃剪边，是一座砖石结构古建筑。

鼓楼上有更鼓，为古代报时器具之一，鼓面直径约 1.5 米，是用整张牛皮蒙制。鼓楼原有更鼓 24 面，代表二十四节气；现仅存一面大鼓，鼓面上有刀痕多处，是庚子年间八国联军入侵北京时所为。原鼓楼有铜壶滴漏一座，现已遗失无考。《钦定日下旧闻考》称："今鼓楼[①]不用铜壶等物，惟以时辰香定更次，鼓则銮仪卫派旗鼓

① 今鼓楼指著作者于敏中年代(1714—1779 年)的钟鼓楼。于敏中，江苏金坛人，乾隆时状元。





手专司，香则钦天监所掌，漏壶室今犹存，铜刻漏无考。”

钟楼中原有铁钟，铸于明永乐十八年(1421)，高约4.2米，直径2.4米，钟厚0.17米，重约25吨，悬挂于钟楼上，后因其声不够洪亮，被铜钟替换下来，置于鼓楼墙外，1983年移置北京大钟寺古钟博物馆。铜钟于永乐年间铸于鼓楼后铸钟厂，通高5.5米，直径3.4米，厚0.245米，重约63吨，由铜铸成，撞击时声音纯厚绵长，都城内外十多里莫不耸听。

钟鼓楼的报时很有规律。在没有钟表的时代，人们把每夜分为五更。更，是从前的计时单位，每更等于一个时辰，相当于现在两小时。19时(戌初)称为定更，又叫起更；21时(亥初)称为二更；23时(子初)称为三更[①]；1时(丑初)称四更；3时(寅初)进入五更，至5时(寅末)称为亮更，即天明之意。

定更及亮更，皆先击鼓，后撞钟。二至四更，只击鼓不撞钟。鼓之击法是：每晚七时定更击鼓两通，以后每个更次击鼓亦两通，直至五更。其击法很有节奏，先快击18响，再慢击18响，俗称紧十八，慢十八，不紧不慢又十八，这样快慢相间计六次，共108响。

钟的撞法每与鼓相同，撞第一次为“定更”，五更寅末(现早5点)再次撞“亮更”钟，撞钟节奏与击鼓一样。

执行此任务的是古代銮舆卫校尉，每晚戌时定更，司鼓校尉以“对灯”为号，钟声响城门关，交通断，称为净街。这时，皇宫乃至京城大小街道的更夫，手拿铜锣、梆子和护身用的器具开始巡卫，以报时和保护城市安全。

至于击鼓撞钟为何定108响？明朝郎英在《七修类稿》卷四中称：“扣一百零八声者，一岁之意也，盖年有十二月，二十四节气，七十二候，正是此数。”古代击鼓撞钟以此数象征一年。



张家口清远楼和镇朔楼

清远楼在张家口市宣化区城内正中，始建于明成化十八年(1482)。楼三层，高17米，建于7.5米高的砖砌高台上，面阔五间，进深七间，平面布局为“亚”字形。三重檐，一二两层为布瓦顶，三层为琉璃瓦歇山顶，山花带垂鱼。楼的四面皆出抱厦，周围有游廊。檐角飞翘，翼如鸟飞，秀丽异常。楼悬明嘉靖年间铸造的铜钟一口，故又名钟楼。钟高2.5米，直径1.7米，重约万余斤。据《宣化县志》载：此钟声音洪亮，四十里内外皆闻。三层楼上四面悬挂匾额各一块，南为“清远楼”；北为“声通天籁”；西为“震靖边氛”；东为“耸峙严疆”。楼曾于清朝维修，仍保存明朝建筑风格。

镇朔楼，俗称鼓楼，在张家口市宣化区。据《宣化县志》称：始建于明正统年间，

① 每更分初、正、末，例如：23时是子初，24时是子正，即半夜；1时是子末，已交丑初。其他时辰连接类推。

乾隆六年重修。楼分两层，砖砌台基高 8.4 米，中有拱形门廊，南北相通。楼高 15 米，面宽 7 间，进深 5 间，重檐歇山顶。楼东、西两侧各有明清石碑两座；楼南有"镇朔楼"三字匾额，清乾隆六年制，北面"神京屏翰"四字匾额，为清高宗御笔。楼上旧有"鼓角漏箭"报时，今已散佚。楼曾多次维修，仍保持明朝建筑特点。

天津蓟县城鼓楼

位于天津蓟县城十字街北。明嘉靖二十八年(1549)重修。基座为砖筑城台，正中开拱形门洞，以通车马行人，城上建木结构楼阁，面阔三间，进深两大间，四周出斗拱回廊，青瓦九脊大顶，檐下悬"古渔阳"三字大匾额。渔阳郡为战国燕设置，秦始皇统一中国后继之，郡治原在北京怀柔、密云一带，隋朝东移至此。因西北三里有渔山，城在渔山之南，故曰渔阳；是天津地区仅存的城楼。可惜有关钟鼓、漏刻的记载今已无考。

河北古广平府谯楼

广平府治为现今永年县。清乾隆河北《广平府志》载："谯楼，在城之中，明弘治十三年(1500)知州章启建，本朝康熙年间知州任塾、蒋擢相继重修。乾隆七年，署知州方宏礼，知州马长淑、夏兴之，额曰日天中第一楼。"

谯楼今已不存。

山西代县边靖楼和霍州鼓楼

边靖楼在山西代县城内，俗称鼓楼。创建于明洪武十七年(1385)；成化七年(1471)火焚后增台重建。楼基高耸，南北城券洞穿通，基高为 13 米，长 43 米，宽 33 米。楼身高 26 米，宽 7 间，深 5 间，四周围廊，三层四滴水，歇山式楼顶，二层设勾栏，三层于勾栏之下加设平座，斗拱整齐，梁架精巧，建造雄伟，结构合理，历经数百年的风雨侵袭和多次地震冲击，至今保存无损。楼上悬挂"声闻四达"、"威镇三关"和"雁门第一楼"等三块巨匾。

霍州鼓楼在山西霍县城内中心。明朝万历十一年(1583)建，清朝重修，台基高峙，用青石、青砖混合砌成十字券拱形通道，四向贯通。上筑木构楼阁两层，面宽进深各五间，二层三滴水，十字歇山式屋顶。瓦顶安有二十八星宿琉璃造像和三彩琉璃脊兽。鼓楼总高 29 米，登楼眺望，山川风光景色，尽收眼底。

此两鼓楼的鼓角漏刻等报时设施，至今亦无可考。

山西省绛州钟鼓楼

在山西新绛县城内；明清时期州府县城多有鼓楼，唯绛州(今新绛县)钟楼、乐楼、鼓楼三楼并立，南北排列，都在州府衙门东南。钟楼在前，乐楼居中，鼓楼偏后。钟楼建于北宋乾德元年(963)，元明两朝均有重修，现存的是万历年间建筑。地势高峻，台基耸立，楼身四向设有券拱门洞，屋顶十字歇山式。内挂万斤巨钟，为明正



德三年(1508)铸造,击声数十里可闻。鼓楼临近州府围墙,元至正时所建,历代重修,现存为明朝遗构。砖基宏大,东西券洞串通,楼共三层,逐级内缩,底层宽五间,周身回廊,二三层皆三间,楼顶为歇山式,檐下斗拱简洁,楼内梁架规整,别有风格。

钟鼓楼中的其他报时仪器,史籍亦无详载可查。

南京鼓楼

南京鼓楼,始建于明洪武十五年(1382),至今已有600多年历史。

鼓楼建在城中心的高岗上,系钟山余脉。鼓楼长44米,宽22米,高30米,基座为城阙形状,楼分两层,上为重檐四落水砖木结构,下檐滴水直落基座之外,四面红墙巍峙,分外壮观。鼓楼底层有三个拱形门洞,东西两侧共有四个侧室,当时有御鼓官率百余兵士在此镇守。东西两侧,各有青石台阶40级陡峭通殿。殿内原有大鼓二面、小鼓24面、滴漏和云板等设备。当时是报时、接诏书及祭天等重大仪式的圣地。

清朝,楼毁基存。康熙二十三年(1684),康熙皇帝南巡至江宁,曾登鼓楼,当时两江兵部右侍郎兼督察院右副御史王新命,率领数万名属部迎驾到楼上。第二年,地方官员为其歌功颂德,在明建鼓楼基座上树碑、建楼,并更名为"碑楼",故有"明鼓清碑"之称。至今,楼阙上方尚有清朝刻石"碑楼"两字。"鼓楼览胜"现已成为金陵新四十景之一而载入史册。有联赞称:

闹市藏幽于无声处闻击鼓

高台览胜乘有兴时瞰金陵

苏州古谯楼

苏州为古代通都大邑,谯楼即钟鼓楼,早已有建制,遗址虽未可考,但文献记载已可见其报时制度,成为定规。《苏州府志》称:

> 谯楼,即鼓角楼。唐节度使入境,州县立"节楼"迎以鼓角,故名。宋淳化二年(991),诏州府监县,所受诏敕藏"敕书楼",今之鼓角楼是也……绍兴十九年(1149)王晌始作刻漏。并载更鼓之节:凡日之晡则吹角一叠,挝鼓十数声,谓之小引,申时换牌。楼上立两旗指外,春曰青阳,夏曰朱明,秋曰白藏,冬曰元冥;各如方色。黄昏吹角五人为三叠,鼓者六人,每角止挝鼓数十,为三遍,遍三敲六播;凡三角、三鼓而止,四更则奏角而不鼓,亦谓小引;三点乃再发,至五更止,谓之大角动云。

通州谯楼

通州是江苏南通市古称。通州谯楼建立亦很古远,并曾重修。《通州志》载:元直学袁浩州治谯楼碑和铭,可以见其兴废及历史悠久:碑文:"……洪维国家,奄有区宇,颁朔授时,一准古制。内设太史院,外立阴阳学,昼夜百刻,各有攸职。京圻

而下，神州赤县，成立谯楼；传夜漏，鸣宵柝，使民朝作晚息，而鼠窃狗偷者不得肆其欲。矧通在扬，东南之极，金城千里，濒薄江海，为险要控扼之地哉……"

铭文："阴阳之道，日月代明。昼凡六时，夜分五更。其谁伊始，曰公孙氏，三代而下，制作大备。壶窍下通，漏箭量刻，其尸之挈，壶是责崇[①]。以验中星，以定昏晓，陈厥金鼓，是曰丽谯。唯此通城，僻临江浒，民俗淳厚，素称乐土。漏刻有壶，谯楼有城，主司不谨，毁于离明……"

谯楼今已不存。

扬州古谯楼

扬州乃江南古邑，谯楼之设，漏刻之备，可追溯及北宋。明嘉靖江苏《维扬志》载："国朝扬州城……小东门楼曰谯楼……更鼓铜壶滴漏在小东门内……"同书又载当时曾任巡盐御史朱廷立修制铜壶滴漏一事称："长[②]民者，端于阴阳，稽之度数，制铜壶滴漏，以准昏旦，以昭晷刻，以号闾里民之动息，唯兹其依。君子曰，是有古授时之意焉。维扬故无铜壶滴漏，嘉靖己丑，予奉命督盐政于扬，爰发赎金市材购匠氏，按制为之，月三匝而工成。或曰匠氏濠梁人，匠去而艺莫传也。予乃使数人习其艺，且迭司之，继自，今扬之民莫不有依焉。"

然而，上溯至北宋，史载扬州莲花漏制成，韩琦为之作铭，可见其古。庆历六年(1046)五月，扬州新作漏刻成，知军州事、资政殿学士、右谏议大夫韩琦为铭曰：

> 天运虽大，信则不渝，智者善作，器乃冥符。以漏考辰，始乎渴乌，以箭定刻，发乎金徒。复视晷景，弗差毫铢，节候既正。鼓钟以孚，昼防尔治，夜安尔居，政则不怠，监哉挈壶。

谯楼今已不存。

常州古谯楼

明万历江苏《常州府志》载："谯楼在外子城金斗门上，旧在内子城，南宋乾道初，郡守叶衡创两挟楼。嘉定间郡守史弥念制更鼓十有四……国朝改为丽谯，永乐中毁，宣德中，知府莫愚鼎……置更鼓刻漏其上……正德七年，知府李嵩又修，名曰三吴第一楼。"

谯楼今已不存。

崇明古谯楼

清乾隆江苏《崇明县志》载："三沙城鼓楼十座，城中钟、鼓楼各一座。一边儒学，匾曰：揆文教；一边为厅堂，匾曰：奋武卫。明宣德中建，时城遥对狼山，至晚潮涨，则第一楼击鼓，依次传至第十楼，城中始鸣钟定更。"

---

① 漏一字，按行文之意试添崇字。

② 原文长民，可按其意理解为老百姓的父母官。



谯楼今不存。

淮安谯楼

在江苏淮安市内中心，始建于宋朝，原是南宋都统司的酒楼；明为鼓楼，后因淮河经常泛滥，改称镇淮楼。历代经多次修建，现存建筑是清光绪七年(1881)重建，坐北朝南，底座筑砖石。台正中拱形门洞，宛似城门，砖台长26米多，宽约14米，高约8米，由底门以上逐渐收小，结构稳重，台侧设登楼台阶，台上四周围以栏杆。砖台中央是两层木结构高楼，面阔三间，屋顶重檐九脊式，建筑宏伟。

清康熙江苏《淮安府志》记载其沿革甚详，称："鼓楼一座三间，在城中央都府前四十步，台高二丈五尺，上建高楼峻极巍耸，控峙城中。永乐十七年(1419)及景泰四年(1453)俱修旧，贮铜壶刻漏，更筹十二辰、二十四气牌，故阴阳生居之'阴阳学寓'所，原匾曰'谯楼'；后改为'南北枢机'。"

清乾隆江苏《信今录》又载："成化六年(1470)记，北门楼上之钟，昔年随军门起更时敲一遍，五更时敲一遍，朝夕两遍合成。百有八，以符十二月、二十四气、七十二候之全数，制始者甚有精意，钟本置北角楼上，故名钟角楼，崇祯年移于此……此钟，来自西湖。成化六年，每风雨夜，舟人辄闻湖心愤戾，因伺之，见二巨钟浮水面。白于官，以礼祭之，获其一；置北城者北方属水，金乃水之母，鸣则子安，用以制伏水患云。"

看来，在明朝淮安谯楼已发展成为钟鼓楼，钟的来源应得自铸造，上述只是对钟鼓楼建设寓以神话传说的美好寄托而已。

松江古谯楼

松江古谯楼，历史亦相当悠久。从文献来看，唐朝以后已有松江谯楼。清嘉庆上海《松江府志》的记载，可以知其概略。此府志记述明朝李年所作的《松江谯楼壶漏记》称：

> ……即有丽谯，以司昼夜，设壶漏以验时刻久矣。而昼夜百刻之图，今所传者，为唐司天监吕才所著，其制以百刻分十二时，时有八刻二分，刻有六十秒[①]；共廿四气，每一气差一分之半，冬至日极短，春分而日昼夜半平。冬至后行盈，夏至后行缩，阴阳升降，日晷短长之期，昭然明著。范金为壶，注水浮箭，以区区之人巧，则茫茫之天道，时昏旦互吻合无爽，盖先民竭心思而有作理，以事寓器以治设，皆切于官民之所需而不可忽焉者也。松江府谯楼，旧有铜壶滴漏，设官掌其事，久而废弛，因仍以焚香为验，而香有燥湿，风有疾徐，往往不能悉准，以便为安，莫如改作。成化戊

① 此处记述有误，应为：百刻分十二时辰，每时辰刻二十分，每刻又分六十等分。汉代曾把一刻分为10等分，每等分合现代86.4秒，隋代张胄玄把一刻分60等分，每等分相当于现代14.4秒。

戌(成化十四年,1478),稷山王侯以北台名侍御来牧吾郡,始至,修举废坠,暮夜闻钟鼓,知漏过差,曰:晞时以作,事政之所系不小,铜壶可后复哉?乃选耆民之能者,授以成规,俾即古杭而冶焉,不越日,以是器献,凡为夜天池一,日天池一,平壶、水壶各一,铜人持尺者一,定南星影表一,水海一,浮水桶一,更筹十二,筹架一。既严敕所司,随时注视,复纵民就观三日,俾知古作之妙。

古谯楼今已不存。

浙江永嘉县古谯楼

古谯楼坐落于永嘉县城守营署,即所谓"卫治"的前面。《永嘉县志》载:谯楼原有旧漏刻,后梁尚书汝嘉再用古水称法,但效果不佳,又复旧制。到南宋淳熙年间,命艺人陈宗武改制。宗武参考吕才和燕肃两家漏刻之法,定铜壶三:夜天池,日天池,平水壶,万水壶,下水海。改燕肃四十八箭为二十四箭:冬、夏至各用一箭,春、秋分共用一箭,余二十一箭品分气候用之,其余大略依旧法。及至淳熙十五年(1188)有一位宗丞楼钥再作改进,另立漏刻,以宗武所定的壶小,于是他在三壶之外,别立大架旁设梯级上置圆斛,比夜天池为大;另外又作其他新装置,比旧法又便。此后,明天顺五年(1461),周守琰又重制漏刻。

史载:此谯楼的鼓更点与传统的不同。旧管鼓八角十一更,以鼓点或以钲。乾道九年(1173)改为:昏时吹角五人为三迭,挝鼓六人鼓三百三十三次为一通,角十二声为一迭,角声止乃各挝鼓千次为三通,凡三角三鼓而毕,更三点至五点。凡再发申刻,唯吹角三迭为小引,后吹角而不挝鼓。

此谯楼今已不存。

海宁县古谯楼

《海宁县志》公署志略载:"……谯楼在仪门[1]南,洪武九年知县黄守政造铜壶刻漏,后浸废。嘉靖十五年,知县严宽重置夜天池一座,日天池一座,平壶一座,万水壶一座,水海一座,仙人一尊,浑天仪一副,杂铜共肆百斤。迨乎鼎革之余,官舍倾圮尽矣。"

此古谯楼今已不存。

台州古鼓楼

清康熙浙江《台州府志》称:"鼓楼,旧志载,在子城南门上,今在治之东南上,为文昌阁。原有铜壶漏刻,宋皇祐四年,屠可荣所作,极精巧;其最异者,虽大寒而壶水不冻。后改造,添水,壶则冻矣。嘉定四年,黄守窑重制,今废。"

---

① 仪门在县厅之前。



此鼓楼今亦不存。

浦江县古谯楼

清乾隆浙江《浦江县志》载："谯楼漏刻，在县治大门谯楼上。此漏刻为元朝武宗至大二年(1309)，达鲁花赤忽都鲁沙敦武重造。"

元朝邑人陈公凯制漏刻铭并序称："婺属邑浦江，旧有刻漏，岁敝器久，知县事何宗姚续置，其法最详，人皆准而信之，后为当路者取去，莫知所留矣。至大己酉，达鲁花赤忽都鲁沙敦武，慨思缺典，遂依式重造……故三尺之箭，五斗之瓶，不赢不亏，以正以平，昼夜晷刻，申缩合度，可以测阴阳寒暑四时之运行，凡任于兹者，盍思古人挈壶氏之有职，前贤莲花漏之有铭，后之视今，今之视昔，亦庶几更点之分明矣。"

此古谯楼今亦不存。

嘉善县古谯楼

明嘉靖浙江《嘉善县志》记录古谯楼位置称："……西首为犴狴[1]，中为丽谯。上有壶漏一座，明正德三年(1508)知县区越、县丞朱衮置，今废。"邑人曹延楝诗赞曰：

> 愔愔鼓飏丽谯风，按节传筹品制工。
> 稳卧万家浑不觉，半天滴露着梧桐。

此古谯楼今亦不存。

宁波嘉兴湖州三府古谯楼

清雍正浙江《宁波府志》载："铜壶滴漏，数千年物也。明初，卫官鬻之慈溪……后嘉靖时郡道府延工仿做，移至郡府鼓楼……"此记载证明宁波府建有鼓楼。

明嘉靖浙江《嘉兴府志》载："谯楼东高阜为文昌阁，按谯楼左右垛楼各三间；补左右垛楼，左设铜壶滴漏以知更，右设五显神像以护库。今左右垛楼俱废，建文昌阁于东垛楼遗址。"此记载亦证明嘉兴府谯楼的沿革。

浙江《湖州府志》则载有湖州古谯楼的史实，称："中门上有谯楼，宋立昭庆军额，置漏刻鼓钲，门立湖州牌。"

福建福州鼓楼

清朝福建著名学者梁章钜在《归田琐记》中称："福州城中鼓楼，相传旧有刻漏壶，应时升降无爽，今则只设十二时木牌，需人更换矣。闻旧物为周栎园先生取去，不移时亦沉于海。"《三山志》云："熙宁二年(1069)，程大卿师孟为郡守，始作铜壶滴漏，设于威武军门，而福守志[2]又以为宋末陈石堂先生所制。石堂名普，字尚德，宁

① 犴狴，应为狴犴，监狱也。

② 守志其意义尚未能理会，或为福建省各太守志录。

德人，精律吕玑衡之学，以宋遗民，不受元聘，隐居授徒，岿然为后学师表，盖创者程而修者陈钦！”

福州鼓楼现今亦无文献可详考。但从清道光福建《重纂福建通志》中，或许可得另一线索，称：“陈普，宁德人……后更精于阴阳玑衡之学，乃聚铜自铸刻漏壶，应时升降，无纤毫爽，福建布政司谯楼铜壶，即其所制也。”或许，布政司谯楼即为福州古鼓楼。但今已不存。

莆田县古谯楼

位于福建莆田县城鼓楼前，北宋太平兴国八年(983)兴化军治移设于莆田县时创建。南宋绍兴六年(1136)焚毁，同年，知军刘登重建；置更鼓刻漏于楼上，因称鼓楼。嘉靖壬戌年(四十一年，1562)毁，隆庆五年，分守阴武卿重建，匾曰：“壶兰雄镇”。清康熙九年，知府慕天颜重修，三十一年复毁。康熙三十六年(1697)，知府卞永嘉重建，嘉庆八年，知府马兜陛募捐再修。楼为三层的大型建筑，长 50 米，高 25 米，重檐歇山造，基台石构，门洞中部上置横梁，半券式，保存宋代形式，台上为木构二层楼，面阔七间，进深四间，八架椽，第三层斗拱宏大，部分用材保存明末清初原物，前后有回廊，设砖石花栏杆。这是我国南方目前保存较好的一座古代鼓楼建筑。

龙溪泰宁连城沙县四县古谯楼

清乾隆福建《龙溪县志》载：“郡守钱古训置铜壶滴漏于阴阳学，以正时刻，谯楼更鼓，视以为节。岁久残缺。正德七年，郡守陈洪漠修完之。”由此说明龙溪县建有古谯楼。

清乾隆福建《泰宁县志》载：“弘治十五年(1502)令梁德宏，十七年令瞿鹏皆重修，中为正堂……前为仪门，又前为大门，上为谯楼，有刻漏。”



福建《连城县志》载：“重修谯楼记……按楼置钟鼓刻漏其上，夏姒氏有言，教以道者击鼓，谕吾以义者击钟，余愧未能与民享无穷之福，每当夜永更沉，听漏盟心，曷敢顷刻忘诸道义训耶。”《重修谯楼记》，乃张大观所撰；证明连城以前已有谯楼之设。

弘治《沙县志》载有《新建谯楼记》称：“……盖鸣鼓角于此，以警晨昏，置刻漏于此，以测气候……兴于弘治己未之冬，凡四月阅而告成……俾刻诸石。时岁弘治庚申上浣之吉。赐进士第中奉大夫，江西按察司，提学佥事，前翰林编修兼修国史馆，莆田黄仲昭撰。”

民国福建《沙县志》则载：“善政井在布政司后。旧时谯楼刻漏取此水，测之不差。后里人盖亭其上，名泰华亭，今井石亭后。”亦证明沙县有谯楼。

今此四县谯楼都不存。

漳州古鼓楼

漳州州治[1]铃司署外门也，又称双门。左曰崇仁，右曰怀思，冠以楼。篆书州额。其上内有鼓楼。唐元和十年，观察使元锡建，即威武军门。宋嘉祐八年，郡守元绛，更为"双门"，建楼十楹。熙宁二年，太府卿程师孟，始置铜壶滴漏鼓角。下为楼以翼之，左曰宣诏，右曰班春。建炎二年，江侍制常，申明壶漏鼓角及更点约束。守漏四人，分两番值日。贮满水奁，其中候鱼珠落铜盘，乃移秤刻，即告户外报时者。诸衢报牌九人，以鼓角匠轮差于户外，袛应告报。值漏五人，分值五更，并以挝鼓人轮差，其奁具等物，五十日一灌。昏时吹角八人，各二十六声，为三叠。挝鼓八人，角声止，乃各挝鼓千，为三通。凡三角三鼓而毕。四更三点，及申刻，各吹角三叠，为小引。更以鼓，点以钲。铜钲刻识云："梁开平五年，岁次辛未七月壬午朔，十三日甲辰造，重百二十斤。世传闽王点，即此也[2]。"

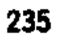
此鼓楼或称全闽第一楼。今已不存。

《龙溪县志》载尚有谯楼，称："在漳州卫，前宋守方铨，元令史李兰孙，明指挥杨隆，先后重建，楼高八丈，广一十二丈六尺。"匾曰："江南胜概"。嘉靖间，郡守詹莹毁之。

安徽宁国府古谯楼

宁国古谯楼，历史相当悠久。据明史嘉靖安徽《宁国府志》载：谯楼位于府治正东，附近为阴阳学府。文称：阴阳学，在府治正东谯楼之南。初，宋绍定中，郡守王绎建楼于府治西南[3]陵阳第二峰之上。并述及王绎为谯楼作《晷漏铭》和《日晷铭》。其经过是：宋理宗即位第十九年，岁在壬寅，即淳祐元年(1242)九月初一，宁国重修晷漏成功。在此之先，于唐大中五年(851)，曾令团练判官杜牧制作漏刻仪器，名字为"秤丸"，制作精密，应验不差，后来中间经历变故，不能再用；就别作刻漏，又不合古法。于是再命林可大新作晷漏，以杜牧秤丸重置壶箭，吸水、减水，悉如故智[4]。丽谯中鼓角十二，青阳、朱明、白藏、玄冥旗以时张之；设土圭，春视其面，秋看其背，以春分、秋分来判断。有鉴于此，作《晷漏铭》：

> 昔在放勋[5]，历象日星。至唐杜牧，察验惟精。
>
> 权与水钧，而衡始生。水落筹浮，铜乃发声。
>
> 二十四筹，昼夜践更。以此无息，掣彼错行。



---

① 漳州，唐垂拱二年(686)分守泉州。治所在漳浦(今福建云霄)，后移今漳浦。乾元初移治龙溪(今龙海西)。大历后，辖境相当今福建九龙江流域地区。

② 见《福建通志》卷6第2页。

③ 宋绍定，指南宋理宗年号(1228—1233)。而建楼于府治西南，此楼应指谯楼，但方位不对。如为"于府治东南"，或可解释。似误。

④ 智，疑为制字。

⑤ 放，疑为於字。

推轮大中，既坏于成。淳祐之二，爰始经营。

土圭测景，以觉昏明。我为此铭，永有法程。

又作《日晷铭》：

霜刃劃云根，分明一团镜。

不独倾太阳，亦以定斜正。

可见宁国古谯楼可远溯至唐朝，可惜今已不存。

庐州府古谯楼

庐州府[1]治即今安徽合肥。其古谯楼具备相当规模。庐州在隋朝即已设置。据明万历《合肥县志》载，合肥古谯楼位于城内十字街，设备有铜壶漏刻，日天池一座，夜天池一座，平壶一座，分水壶一座，万水壶一座，水海一座，娄景真人一躯，铜浮一座，铜荷叶漏三个，玉嘴三个，篁箭二十四支。这说明合肥古谯楼是当时较齐全的授时和测时天文机构。其他方面内容，尚未有文献可查考。

此古谯楼今亦不存。

庐州府古镇淮楼

明万历安徽《合肥县志》载有《庐州府重建镇淮楼记》称："镇淮楼者，庐郡古城北边之楼也。郡有淮、肥二水合流，以绕于城楼，临其上，故曰镇淮也。言淮而不言肥者，以肥小淮大，举大以该小也……弘治间郡守马候金复新壶漏鼓角于其上……楼贮壶漏鼓角，所以验阴阳、候昏晓者……"

因史载文献不全，镇淮楼是否即为合肥古谯楼，尚有待考证。苟列于此，作为参阅。

此镇淮楼今亦不存。

徽州与和州的古谯楼

徽州，亦为古邑，宋宣和三年已建制，府治所在地为今歙县。明嘉靖安徽《徽州县志》记载，其谯楼亦相当齐全，并配备更夫和阴阳生，可知授时工作已相当规范；文称："谯楼……原置铜壶一座，并夜天池、日天池、平壶、万水壶、水海、影表、定南针、添水桶、更筹、漏箭、铁板齐备具，更夫则新安卫幼军二十五名番直，又有明阳生一人，候筹报时……"

和州，置于北齐，亦属古邑，辖今和县、含山等地，后废。明正统安徽《和州志》载："谯楼在州治宣化坊东，设更鼓、铜壶其上，阴阳人掌之，以警晨昏。"

两古谯楼今亦不存。

---

[1] 庐州，古治合肥、庐江、舒城、巢县及无为军州。



江西南昌钟鼓楼

在江西南昌市东湖西岸，广济桥南，原名岑楼，创建年代无从考证。《江西通志》载："钟楼在府治东南，俯瞰东湖，旧在普贤寺内，明洪武中，都指挥宋晟，因楼倾斜，将钟迁至今处。明弘治九年重修[1]，万历十六年(1588)知府范涞再度复修，明末毁于兵。清朝江西巡抚蔡士英重建，道光年间复修；同治六年，巡抚刘坤一又重修。钟鼓楼中的大钟，大二十围，重六百钧，对其来源各家考证不一，按明万恭《钟楼记》云：'巅悬大钟，故老相传，宋末所铸。'"但考自《江城名胜记》则称："钟乃南唐节度使林仁肇所施，非自宋末。"《江西通志》中对钟鼓楼位置，再次说明："豫章先贤祠，在钟鼓楼右，即崇儒书院故址。"记录甚详。钟鼓楼高十丈，广五丈，飞檐高栋，可以远眺西山，景色佳秀。钟鼓楼中原有漏刻，可测时和授时；我们从明范涞《登钟鼓楼诗》，可观其大略：

共上高楼意若何，楼中玉漏瞰金波。
云霞半向疏棂入，苍翠平临远树多。
烟录乍游新栋宇，钟声长满旧山河。
凭栏问答情无限，不是寻常载酒过。

据云此钟鼓楼已不存在，但《中国名胜词典》仍列为胜地古迹。

吉安钟鼓楼

原名古青原台，为北宋政和年间(1111—1117)太守程祁所建。明宣德年间(1426—1435)，铸一铜质巨钟，重900多斤悬于楼顶层，以定晨昏，由是改名为钟鼓楼。据《庐陵县志》载：清咸丰六年(1856)钟毁，知府何栻销钟铸炮。同治年间修复，仍额书"古青原台"，光绪二年(1876)又重修一次。

吉安位于江西中部，亦为古邑，秦置庐陵县，隋开皇十年置州，唐治庐陵，为吉安的旧称。吉安钟鼓楼共三层，气势雄伟，登楼可俯视青原芳姿，江水波澜，鹭洲风光，远山近水，尽收眼底。

宁都古谯楼

宁都位于江西东南部。三国时吴置阳都县，晋改宁都县；历史相当久远。设有谯楼，其中置有：天地壶、平水壶、万分壶、受水壶，存于谯楼西间；还有日晷台，在谯楼门外，为元朝至正四年(1344)所建；但不知何年废弛。

清同治江西《赣州府志》记述其中《金澜铜壶滴漏》称："明成化二十二年(1486)，乃进阴阳生陈益大而询焉，得浮牌二十二，缺其二而补之；询命银工何思郁，以银代玉，为漏嘴三，其末出水处，仅容一绣针。又命锡工王用仁，以锡二斤作

[1] 弘治九年为公元1496年。《江西通志》卷六十七载：正德十五年(1520)，左布政陈策重建谯楼。此谯楼或指钟鼓楼。

浮一;受水圆而扁,背置管载浮牌,作荷盘三,在天地平水万分之上,中有窍承玉漏嘴所滴,壶各木盖盖上,窍其旁以坐荷盘,独受水壶盖,又中开一方窍,窍出浮牌以准时刻,两旁立柱,柱上横一梁,中开一方窍,以贯浮牌,使不致倾倒。制度初复,尤惧弗精,乃移日晷旧台,砌堂下露台东南,取石于山,凿圆磨平,就令邑人陈德厚模镌昼夜时候分刻,皆为旧日晷制度,刻成,立于台上,以测日影,以正方向且准,铜壶之分刻值,验之相符。"

此古谯楼今亦不存。

袁州古谯楼

袁州设置于隋朝,后改为宜春郡。明朝始置袁州府,治宜春、分宜、萍乡、万载四县。今为江西宜春市。

在宜春市旧城区的西部中央,有一条东西向的街道,称鼓楼路。袁州古谯楼(今称为宜春鼓楼)的旧址就在这里;设立于南宋嘉定年间。

在古代,江西的天文工作较为先进。史载:宋朝时,永丰已有晷漏仪;元末明初,则立有宁都古谯楼;明朝,吉水已有浑天仪和漏刻;安义、金溪、都昌等地建有谯楼。清朝,婺源有浑天仪,万载则置古漏壶。可称观象授时,人文昌盛。

宜春鼓楼的原先设备今已无存,据清乾隆《袁州府志》载:"谯楼在府治东,宋嘉定间郡守滕强恕建。筑台为楼五间,原置铜壶一座,并夜天池、日天池、平壶、万水壶、水海、影表、定南针、添水桶、更筹、漏箭、铁板、鼓角;设阴阳生轮值候筹报时。明嘉靖癸卯毁,知府徐祯重建,万历中知府郑惇典加修,复访精术料理如初,更漏复得分明。匾曰'迎曦楼';颛祀袁天罡,居民祠五显其上;岁久毁,康熙丁未,郡守李芳春建,为一郡大观;唯旧铜壶不知所在。"

从以上记载看来,铁板、鼓角是发声报时系统的工具,定南针则为指南表,影表则是测日影的圭表;由此可知宜春鼓楼在当时已具有测时、守时和报时多种功能。清光绪《江西通志》又载:"袁天罡祠,在谯楼。明万历年间同知李瀚于楼修、祭,又补天罡原造铜璇玑于观天台。"这样,测天仪器增加了,观测范围拓展了,称其为观天台是很恰当的。

1983 年,江西省拨款修葺宜春鼓楼,列为重点文物保护单位。这座古谯楼重放光辉。筑台为楼五间,跨街巷,无殿式,东西向,屋脊顺南北向,悬山顶,重檐,琉璃瓦,抬梁式木构架,长 11.9 米,宽 23.8 米,高 7.1 米,面积 780 平方米。有南北长 19.5 米,宽 7.6 米的观天平台。

南康金溪古谯楼

明正德江西《南康府志》载:"县治唐武德中迁建……廿八年知县赵玄晖建楼置壶漏。"这表示在当时谯楼已建立并置壶漏。清同治江西《南康府志》又载:"知府安



智重建谯楼，中置壶漏。”

金溪县，在明以前亦置谯楼。清康熙江西《金溪县志》载：“戒石亭……亭之南为谯楼，洪武二十四年浦齐一，始置铜壶滴漏一副共六件，铜天池壶一，铜定水壶一，铜万分壶一，铜浮水壶一，铜漏[1]叶托三；阴阳训术程士贤提调而成。后倒坏，收顿入库，故记于此，以为后来修复。”这表明该谯楼已具一定规模。

两谯楼今亦不存。

临川县古谯楼

清乾隆江西《临川县志》载：“谯楼在台门之左，唐中和之旧也，元初至元间，达鲁花赤塔不台重修。明弘治三年，知府吴泰撤旧，累石为台，高三寻，横广十寻，深六寻，下券石门以通往来，上为丽谯之楼，楼三层高四丈六尺，深广覆台，上置鼓角以司昏晓，俗谓之鼓角楼，仍考正天池壶、中壶、平水壶、万分壶四座，以正时刻。天启元年(1621)楼毁，推官黄愿素议平其基，而移司更者于春台楼，遂废。”

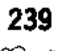
山东聊城光岳楼和历城严更楼

光岳楼建于明洪武七年(1374)，位于聊城中心。聊城古为东昌府，处于京杭大运河西岸，是北上南下的要道，战略位置重要。明朝东昌卫守御指挥佥事陈镛为加强防御能力，于洪武二年，将宋朝熙宁三年(1070)所筑的东昌土城改建为砖城，并将修城的剩余木料于洪武五年在东昌城中心修建一座“更鼓楼”，其目的是严更漏，窥敌望远，报时报警。洪武七年工程完毕，便给更鼓楼起了一个有纪念意义的名字“余木楼”。明成化二十二年(1486)重修时，又因地而名为“东昌楼”。十年后，弘治九年，河南西平李赞《题光岳楼诗序》中称：“余过东昌，访太守金天锡先生。城中一楼高壮极目。天锡携余登之，直至绝阁，仰视俯临，毛发欲竖。因叹斯楼天下所无，虽黄鹤、岳阳，亦当望拜。乃今百年矣，尚寞落无名称，不亦屈乎？因与天锡评，命之曰光岳楼，取其近鲁有光于岱岳也……”

光岳楼高 33 米，按当时作为眺望敌情之用，非为天文报时之需，然因有报更鼓内容，亦勉为列人，且因其建筑优美，凭栏登高，眺望浩荡黄河、平川落日，莫不令人心旷神怡，故在此书中宜有一席之地。

六百年来，光岳楼巍然屹立于鲁西大地，阅尽人间春色。清康熙、乾隆皇帝都曾登临。乾隆九次过东昌，五次登楼，并题“光岳楼”匾，悬于四楼南檐下，其御题碑石亦另立于一楼廊中。康熙皇帝亲题的“神光钟暎”匾则悬于二楼南檐下。

济南府历城县，则有谯楼，作为民用报时之需。《山东通志》载：“严更楼(在济南府历城县)在布政司门东，旧名谯楼，内有铜壶滴漏；明崇祯己卯(崇祯十二年，



① 原文缺字，试补“漏”字。

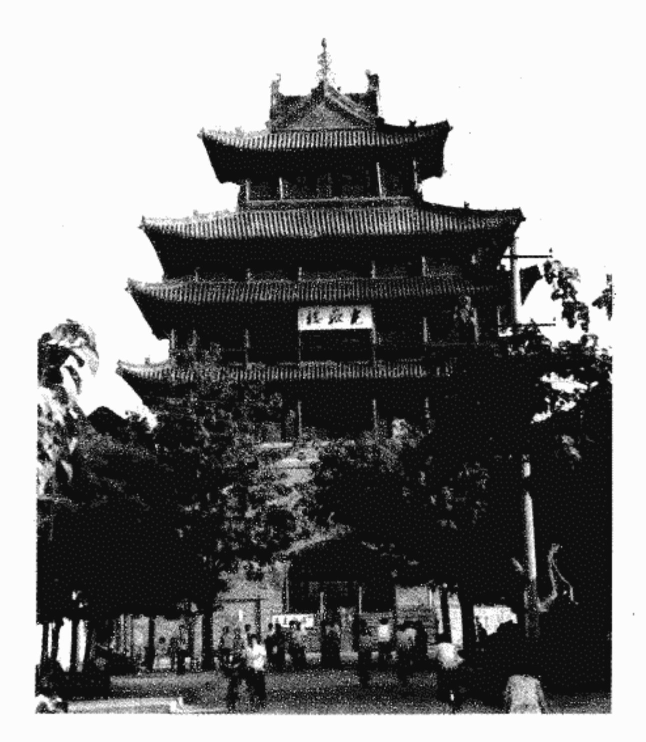


图 2—18　光岳楼

1639)毁。"

湖北襄阳府古谯楼

清光绪《襄阳府志》载："谯楼，在郡治东，明成化中，知府何源建，嘉靖中，吕容制刻漏，已未(嘉靖三十八年，1559)废；万历初，万振孙复置，明季毁。清雍正中，高茂选重建，自为记；光绪三年，知府思联重修。"

《府志》中附有周绍稷《刻漏铭》，记述此事，摘录于下：

> 嘉靖间，郡守吕公盖曾为之，而将作未精，随即废已。万历甲戌(万历二年，1574)，合肥万公振孙，以合明合序之大德，先开人开物之神几，单车甫临，百废坌集，遂于退食之余，诹及燕肃之方，象器惟金，验时以滴，分更分漏，昭若发曚，析毫析厘，明若观火……

襄阳古谯楼今亦不存。

兴国古谯楼

清光绪湖北《兴国府志》述及兴国建有古谯楼，见于《兴国重修刻漏碑记》，摘录于下：

> 凡郡必有城，城有楼，其名曰谯楼……予始至郡，每日影下罘罳闻鼓声轰轰然，鸣于阛阓之间。日明天旦，晨鸡三号，则鼓又鸣，率以此而候夜



旦；然夜漏不设，常使守更者占天星以候百刻，风雨晦冥，则笳鼓失节，往往夜半奏角，黎明而受初更者，犹弗易也。予慨然念之，乃赋财于邑，鸠工于野，訇法于旁郡而一新之，两月而漏乃成，始命有司，使治是漏刻……

兴国古谯楼今亦不存。

咸宁和江陵古谯楼

咸宁县有古谯楼，因有铜壶滴漏。清康熙湖北《武昌府志》载："（咸宁）铜壶滴漏，知县张兴祖建，今废。"

清光绪湖北《江陵县志》则载："望鹂楼，即府治前之丽谯也。暮鼓晨钟，为闾里启闭之候，相传旧有铜壶玉滴，漏刻分明，故有'荆州更鼓澧州春'之语。崇祯中楼毁。"

海南琼山县钟鼓楼

清康熙广东《琼山县[1]志》载："谯楼，即鼓楼，在卫前，明洪武年间卫使王友，创楼三级。成化五年(1469)，副使孙秉阳，郡守周希贤移建于东门内，为镇东楼，郡守涂文奎移回重建，成化十七年，指挥李泰增砌其台，副使涂棐铸铜壶滴漏。成化二十一年地震复倾圮，至乙卯年（弘治八年，1495)，尚书王弘海、知府谢维科、推官傅作霖重建。万历戊子（十六年，1588)夏，因制铳失火而楼废，砌石犹存。"

《府志》又载："钟楼，在谯楼左，县学后右。明洪武间，桑招建楼，久废，砌石犹存。"

四川成都古钟鼓楼

清康熙四川《成都府志》载："谯楼，即钟鼓楼，明万历[2]丁巳(1557)知府江和重修，戊午[3]知府冯任先后重修，张献忠时毁；大清知府冀后熊重修，为成都胜概。"

同治四川《成都府志》又载："铜壶阁，即郡西楼，自宋咏帅蜀，置铜壶其上，故名铜壶阁。京镗更新，名惜阳亭。吴拭、范成大相继补修，复名铜壶阁。南直西川门西北，距府五十步。"

成都之有古钟鼓楼，尚可由明嘉靖四川《四川通志》得其脉络，载文称："嘉定州旧有铜壶滴漏，相传为郭景纯守嘉州日制，规制奇绝，后移置省会，在今钟鼓楼上，守范成大有铜壶阁落成诗。"但此古钟鼓楼今已不存。

重庆古钟鼓楼

清道光四川《重庆府志》中，引《巴县志》所记赵方立履历称："赵方立……万历四年(1576)任重庆府同知……郡鼓楼旧有漏壶四，洪武时奉敕置，岁久浸废……命

① 今应为海南琼山县。

② 万历，应为嘉靖。嘉靖丁巳，为嘉靖三十六年，公元1557年。

③ 戊午，为嘉靖三十七年。

匠修之。通判张启明为记。"

该《府志》中又载："重庆漏壶台。"再有，民国四川《巴县志》中述及"丰瑞楼"，称其为："府治谯楼；郡守陈邦器改曰'丰瑞'。上有漏壶台四，今毁；下有授时门。邦器有记文云……楼今以敷治公路废矣。"

漏壶台四究为何结构，我们从明嘉靖四川《四川通志》中《巴县志》的记载可得其详，且亦作为重庆之有古谯楼添一佐证。文载："漏壶台在府治谯楼上，明洪武中建。万历中，通判张启明重修。鼓楼设为四台，上为日天池，次为夜天池，又次为平水壶，其下为万分壶池。壶水各下漏，以管相透出入，万分壶上制木人像，手执时晷尺，尺上定十二时，共分为百刻；尺下为泡筒，尺入壶中随水上升，以水之人壶有高低，而尺之出壶时刻因有次第，其法基衍于浑天仪，制诚善矣……"

贵州贵阳古谯楼

贵阳古谯楼，历史亦相当久远。明弘治贵州《贵州图经新志》载："谯楼，在治城内，宣化坊北，即元故城北门之址，本朝拓城而此楼废。成化间，太监郑忠重建，高五十尺，周五十步复出阛阓，俯瞰一郡，上置铜漏钟鼓，以节晨昏。"

清康熙贵州《贵州通志》亦载："钟鼓楼……于城之北隅正街……讫工之日是为明年甲午[1]五月七日；楼基以石为台，高六尺，周方一十六丈有奇，虚其中以为通衢，屋重其檐，通高五丈有奇，广与之等，而深者杀其五之二焉。铸为大钟者一，制为鼓者四，又走使滇南，募匠制为铜壶滴漏。俱以良旦悬钟置鼓于楼而奠壶其下。自是暮鼓晨钟，更漏有准，节候不爽，昼夜分明，远近之人莫不耸观而趋听，使夫在公者不失其夜寐夙兴之期，养生者各遂其出作入息之候……"

贵阳古谯楼今亦不存。

玉屏古谯楼

清乾隆贵州《玉屏县志》载："金邑钟鼓楼建自明初永乐年间。基址方向均为张三丰所定，累楼绝顶，巧非人力。明末，南宁侯张先璧搜各寺钟，扒搭浮桥，至斯楼，钟忽自鸣，惧不敢动。至今乾隆丙辰[2]，为郁攸所毁。辛酉[3]年九月，鸠工撤台基细石，甃以采伐巨石，四隅高各二尺八寸，周广各一丈三尺，基地复漫以石，周广五丈六尺，楼累三层，周广丈尺一如旧制而增高五尺有奇。甲子[4]孟春，工甫竣。陈钟鼓而奠漏壶其下，以定晨昏，以验中星。"

玉屏古谯楼今亦不存。

---

① 甲午，指明成化十年，公元1474年。

② 丙辰，为乾隆元年，公元1736年。

③ 乾隆六年。

④ 乾隆九年。



云南昆明古钟鼓楼

明正德《云南志》载："云南城，洪武十五年筑……凡六门……上各有楼，其崇正门之楼，则铜漏在焉。"又载："崇庆楼，在府治南，洪武十六年建楼，铜漏其上……"

云南历史亦悠久，西汉时已置，治今云南祥云东南云南驿。元至元十三年，立云南南诸路行中书省，明洪武十五年，置云南布政使司，治昆明，辖安宁、禄丰、易门、晋宁等。故所谓云南城，应为昆明。

再有民国云南《新纂云南通志》载："南楼铜漏铭，西平侯沐春置，布政张纨铭并序。"可见为昆明古钟鼓楼记事，引之于下：

> 云南古西南夷，地势既偏，晷度必差，故观天之器，当极精致，则民事早晚所关，始免疑滞，更谯铜漏，先总兵官黔宁昭靖王屡曾致意，而工不称事，嗣侯袭[①]总方面，既得良治，遂继先志，克成志漏。铭曰：
>
> 羲和授时以象观天，天有二曜，与天同旋。太阳主昼，太阴主夜，盈缩永短，寒暑代谢。何以则之，置此嘉量，水注箭浮，时乃无妄。勿轻杪未，岁动所起，差之厘毫，失之千里。支干纵横，阴阳消息，天人吻合，视此为则……

昆明古钟鼓楼今亦不存。

建水古谯楼

清康熙云南《建水州志》载："铜壶滴漏，在城东楼，创自洪武甲戌年[②]，规制精巧，宾阳測晷时刻节令，丝粒不爽。万历六年，兵道许宗鉴有重修记……"

清雍正云南《建水州志》又载："兵备副使戴书，构金鼓房十二间于东西门内，四楼俱有更鼓。铜漏，则在东楼……丁亥年[③]五月二十二日，李定国陷城，先毁北门楼，并永贞、阜安、清远三坊及炮亭，应捕官军房一，俱废。"

建水古谯楼今亦不存。

楚雄腾冲安宁古钟鼓楼

楚雄在明初曾置为州治。明景泰云南《云南图经》载："崇庆楼，在府治之南，上置更鼓，复置铜漏，以明时。钟鸣楼，在崇庆楼之北，悬巨钟其上，以警昏晓。"这表明其有钟鼓楼之设。

腾冲，亦设有钟楼。《云南图经》称："钟楼，在城之东，上悬大钟，以警朝夕。"

安宁，元朝曾设为州。民国云南《新纂云南通志》载："钟鼓楼，在府城中，明洪武十一年建，上有铜漏。"

---

① 指西平侯沐春继任。

② 洪武二十七年，公元 1394 年。

③ 丁亥年，指顺治四年，公元 1647 年。

楚雄腾冲安宁三座古钟鼓楼今亦不存。

宁夏银川钟鼓楼

钟鼓楼位于银川市解放东街，和鼓楼南北街的十字路口，通高26米，台基下为券洞十字通道。洞额石刻题字甚为雅致：东门为“迎恩”；西门为“挹爽”；南门为“来薰”；北门为“拱极”。是道光元年宁夏知府赵宜喧所写。

台基东面门洞两侧各有一券门，南券门门额刻“坤阖”二字，进门为一室。北券门门额刻“乾闢”二字，进门有“之”形暗道，沿阶而上，可到台面。

台基中央建方形十字歇山顶的两层重檐楼阁。四角各有歇山顶角坊一座；楼阁角坊融为一体，十分和谐，古朴典雅。

钟鼓楼中的古代鼓角、漏壶等，今已无存。此古建筑于1988年公布为宁夏回族自治区文物保护单位。

甘肃永昌钟鼓楼

永昌钟鼓楼，又名“声教楼”，位于永昌县城中四街交合处。建于明万历十五年(1587)，高25米，东西宽22米，南北长23米。楼阁重檐庑殿顶两层三檐，下层面宽三间，进深三间，四面置格扇门，左右槛窗、斗拱为双翘无昂，共五踩，券刹弧线；上层屋檐柱向内紧收，面宽与下层相同，上层置宝顶。楼台夯土版筑，四周包砖，两道拱门纵贯其中，通达四街。

钟鼓楼中的报时设施今已散佚无考。但古建筑仍存，姿态精致高雅。

张掖鼓楼

位于甘肃张掖县城中心，又名钟楼，曾称靖远楼。据《重修甘州吊桥及靖远楼记》碑刻载：鼓楼于明正德二年(1507)兴建，清重建和修葺，共两层，建于台上，重檐四面坡，攒尖顶，面阔三间，进深三间，底宽16米。自上层至顶部面阔逐渐向里收进；四面原有匾：东为“金城春雨”，西为“玉关晓丹”，南为“祁连积雪”，北为“居延南牧”。台平面呈方形，每边长32米，高9米，东西南北中轴辟门，贯通四条大街：门额东书“旭升”，西书“贾城”，南书“迎薰”，北门已不可认。

鼓楼上有铜钟，高1.3米，直径1.1米，上窄下粗，下口六耳，弧度较直，为合金铸成，呈黄带铁青色。体铸图案三层，其中有类似敦煌莫高窟壁画仕女飞天风格，亦有天文星象朱雀和玄武展翅、奔走之状。据考证为唐代钟。

鼓楼中未见有古代报时的鼓、鼓角、铁板等工具，可能今已散佚。然而，今虽钟存，而楼名鼓楼，可推知在当时鼓钟设施，应为齐全。

陇西钟鼓楼

原名雄镇楼，俗称钟鼓楼，位于甘肃陇西县内十字街中心。建于元朝中统二年(1261)，至正元年(1341)设铜壶滴漏，夜击更鼓。明洪武元年(1368)重建，置五槛，



四面明窗，悬《巩昌雄镇》匾额。康熙五十五年(1716)，废五楹二十四柱，建砖基三层木楼，座基高 8 米，楼高 15 米，通高 26 米。形式为四周飞檐，歇山顶，二十多里之外，已可见其挺拔秀姿。清道光十六年(1831)又修葺，在楼台东南角添置日晷，移宋朝铜钟于楼上，无事报时，有事报警，是一座标准的古代钟鼓楼，今还存在。兼为游览，登楼俯瞰，城廓在目，陇山渭水，尽人眼底。

新疆霍城县惠远钟鼓楼

霍城县位于祖国西北边陲，是新疆伊犁地区行署的一个边境县，南临伊犁河，西界哈萨克斯坦共和国，东连伊犁州首府伊宁市。历史上的霍城县曾几度跃升为西域政治、军事中心之一。

《清史稿》载：历史上的霍城县是“汉直晋朝，为乌孙国之地，北魏悦般国，周为突厥地，西突厥地。唐为西突厥及回鹘地。宋为乌孙后入辽。元时为察合台汗国地。阿力麻力城为诸王海都行营处。明为绰罗斯部，后属准噶尔部。乾隆时准部平，改乌哈尔里克为伊犁。乾隆二十五年(1760)设办事大臣……”

乾隆二十七年十月，清军平定准噶尔叛乱之后，遂稳定形势，清廷命令在伊犁设将军一名。首任伊犁将军明瑞，在伊犁河北岸率领清军和当地人民始建城池，第二年大城和伊犁将军府竣工。乾隆皇帝为此城赐名惠远，意即“皇恩赐给远方”。城内驻将军一员，考察大臣、领队大臣各一员，满营驻防兵四千员。

伊犁将军府统管巴尔喀什湖以东、以南天山南北广大地区。城内大街小巷，商铺林立，百货云屯，市肆繁荣，有“小北京之称”。因而，重镇惠远一跃成为全新疆的政治、军事、经济中心。

与惠远城相继建成的有：塔勒奇、绥定、广仁、宁远、瞻德、拱宸、熙春等八座卫星城，史书统称“伊犁九城”。



同治十年(1871)沙俄侵占伊犁，古城惠远遭受侵略军拆毁，光绪八年(1882)，被沙俄侵占达十年之久的伊犁收回后，老惠远城已彻底毁灭，故此，在光绪九年，于旧城北 15 里，即现今县治东南约 14 里处，另建新城。新城仿照老城模式，沿用惠远之名，即为现今惠远城[①]。新惠远城南北长约四里，东西宽约三里，城内有东南西北四条大街，直通四座城门。城内亦建将军府及其他衙门。

新惠远城将军府为管辖天山北路的一切军务官廷；都庭衙门掌管全地区兵马。将军府内设有将军、都统领队等 72 个大小官署及火药、粮饷两大国库和花园、凉亭等建筑。

鸦片战争时，林则徐被昏庸的道光皇帝贬遣至新疆，于公元 1842 年 12 月 9 日

① 更确切地说：今惠远城就是当时霍城县惠远乡所在地。

到达惠远；第二天走完迁戍征途，住在老惠远城南街鼓楼[1]前的东边第二条巷——宽巷。布彦泰将军派给林则徐掌粮饷的任务。约三年之后，公元 1845 年春，林则徐离伊内还。

惠远钟鼓楼

位于惠远城十字街中心。大约始建于光绪九年，与新惠远城为同期建筑物。相传惠远钟鼓楼始建技工为甘肃酒泉兄弟二人，建筑风格基本仿照酒泉古楼形式修建而成，外观为琉璃瓦、单歇三顶，系三滴水做法。各层平面均呈正方形，两侧进深各三间，周围带回廊。目前是全新疆仅存的一座较久历史的木结构高层建筑，为自治区重点文物保护单位之一。

惠远钟鼓楼建于晚清，虽经 1927 年和 1964 年两次修缮，但因楼基不固，曾造成全部金柱及绝大部分檐柱歪斜下陷，梁枋拔榫，屋顶渗漏，整座建筑向东北方向倾斜。于是，又在 1981 年 8 月动工维修，但在 1982 年春，重新立起的屋架又被九级大风吹倒；同年，在国家文物局关心下，请河北清东陵技工，用四个月时间将屋架重新立起，三层屋面敷设瓦饰，于 1983 年 7 月修整竣工，一座秀逸的古典建筑——惠远城钟鼓楼又挺立于祖国的西北边陲大地上。

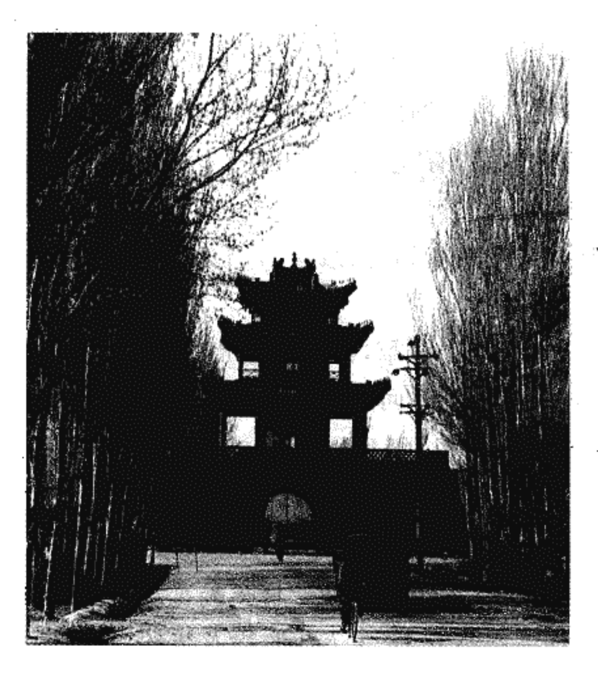


图 2—19　惠远钟鼓楼



① 看来老惠远城亦设钟鼓楼。



维修后的钟鼓楼总高 23.76 米，比原地基提高 0.76 米。第一层为基座，上为平台，下为以八卦为中心的十字通道，通道顶端为砖拱顶，下端为方木钉板层，通道宽各为 4.1 米，平台上建有木结构彩楼三层，楼顶全用绿琉璃瓦覆盖。巍峨挺拔，近观则雕花窗格，朱梁画栋，令人目不暇接。

惠远钟鼓楼标志着我国新疆地区的"观象授时"工作由来已久，相当发达；亦将象征当前及将来的天文工作，更展雄姿。

惠远钟鼓楼中的古代报时钟、鼓，现已无从考证。

陕西西安钟鼓楼

西安亦称西京。设有钟鼓楼至今尚存。钟楼位于西安市中心，创建于明朝洪武十七年(1384)，比北京钟楼还早 36 年。原址在今西大街广济街口，明朝万历二年(1582)移建于现址。清朝乾隆五年(1740)重修。耸立于中轴线干道交会处，是城内最高大的古建筑。昔日楼上悬一大钟，每日击钟报时。

钟楼为砖木结构，由地面至楼顶高 36 米，基座为正方形，高 8.6 米，长、宽各为 35.5 米；四面正中各有高、宽均为 6 米的券形门洞，十字贯通。基座上建方形重檐三滴水、攒尖屋顶的复屋，每层有斗拱、藻井、彩画，古朴典雅。四周有回廊，内有楼梯盘旋而上，楼阁雕梁画栋，稳重庄严，堪称古建筑之精构。登楼远眺，市容一览无遗。在钟楼大厅西墙上，留有一方主持钟楼拆迁的陕西巡按龚懋贤写的碑文：

> 西安钟楼故在城西隅。徙而来，自予始。楼维筑基外一无改制，故不费县官而工易就。无何，予告北，不克观其成。乃漫歌手书付咸、长二令，备撰记者采焉。歌曰：
>
> 羌此楼兮谁厥贻？来未方兮应昌期。挹终南兮云为低，凭清渭兮衔朝曦。鸣景阳兮万籁齐，彰木德兮奠四隅。千古亿祀兮，钟虡不移。

鼓楼，在钟楼西北侧，跨南北街而建。始建于明洪武十三年(1380)，比北京鼓楼早四十年。清朝康熙和乾隆年间各重修过一次。《重修西安鼓楼记》记述其事。楼建于基座上，宽 52.6 米，高 7.7 米，南北长 37 米。基底上建楼厅，从楼底至楼顶，通高 34 米。楼基建有拱券式门洞，北通北院门，南抵西大街。楼厅建筑呈长方形，上下两层，重檐三层，正面向南为七开间，进深三间，四周回廊深度各为一间，按楹柱距离计算，正面则为九间，古代建筑术语称为"七间九"。重楼第三层东西两侧，用人字形山墙，楼顶为歇山式，顶面敷琉璃瓦，显得雄浑庄严。

原先鼓楼南北两面楼檐下，各悬巨型匾额，南面匾文"文武盛地"，为清朝陕西巡抚张楷摹仿乾隆字体所书。西安，渊源于西周文王、武王所建丰、镐二京。张楷书匾以志西安昔年昌盛。北面匾文"声闻于天"，取义于《诗经》："鹤鸣九皋，声闻于天。"为咸宁县书法名家李允宽所写，笔力挺劲，铁划银钩。

楼上还悬一面大鼓，古时暮鼓晨钟，更夫击鼓，卯酉报时，五更催晓，默默地演奏时间的序曲。

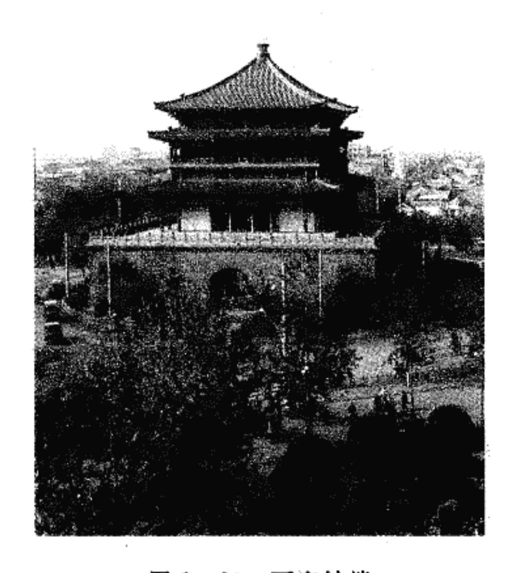


图 2—20　西安钟楼





第三章　中国古代的天文教育

中国是世界文明发达最早的国家之一，曾经创造了相当光辉的物质文明和精神文明。在天文学方面，中国历代的天象，诸如彗星、流星、客星、日月食以及太阳黑子等记录，不仅精确可靠，而且为数众多，为世界科学界所称道。至于古代历法，其优秀者名家迭出，历术流传至周边友好国家。隋唐以后，国势昌盛，天文学术繁荣，外国派遣学者前来中国学习历法、仪象制作、天文教育制度以及天文机构的设置者，史不绝书。

中国历代有很多的历算家，仪象研制者和占候、观测者；其中不乏佼佼者。他们或来自官学世袭之家，或出于民间草泽，或为国家专门学府学生，通过不同途径登上在古代称为圣洁的钦天监殿堂。人才之产生，离不开教育，教育以学校为主要培育基地，其他的不同讲学模式则为其辅助，展示多种的育才大道。

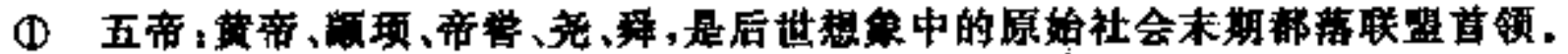
在这一章，我们将讨论古代的学校，天文教育的产生及演变，以及各时代天文成就与之相辅相成协调发展的趋势。

第一节　中国历代天文教育的背景

一、夏商周的学校雏形



夏是中国历史上第一个朝代，有四百多年的历史，约于公元前 21 世纪至公元前 18 世纪。夏代贵族为培养自己弟子建立了学校，古书记载："成均，五帝[①]之学"，就是五帝时期萌芽中的学校名称。又有称舜时的学校为"庠"；东汉郑玄注《仪礼》又称："夏后氏之学叫做庠"，这些不同传说，都有一定根据。亦有说：夏代可能已有庠、序、校[②]三种尚未完全发展成为学校形式的非专门教育机构。



① 五帝：黄帝、颛顼、帝喾、尧、舜，是后世想象中的原始社会末期部落联盟首领。

② 按社会发展规律，原始社会末期，要经过一个军事部落联盟时候，而夏代可能相当于这个历史阶段或之后，因此很注重军事训练。"序"，原为练习射箭打靶的场地，只有东西墙，没有房屋，显然是应从事军事训练的需要而产生的。《孟子》称：序者，射也。这种解释是符合当时实际情况的。"校"，原本为"木栅栏"，是养马的地方，后来演变为操演或角力比武场所，这同样是为军事训练而产生的。夏代的庠、序、校，虽不能看做真正传授文化知识的机构，但也应是进行训练、教育的场地，接近学校性质。

夏代虽然还处在新石器时代末期，然而，亦具有一定生产和文化水平，天文学方面亦有基础。据研究，《夏小正》一书中记载了不少历法和物候等内容；至迟成书于战国，共463字，所记载反映夏代实际天象和物候。

夏代，可能已产生天干记日法，这是起因于人有十指，相应的十进位计算方法。

再如《尚书·胤征》篇中有夏代仲康时期发生日食的记事，足以说明在当时已存留了历史以及科学文化的痕迹。《左传》[①]中有一段记录，亦说到日食时相类似的情况，可见并非毫无根据。

殷商，是我国有文字记录的朝代，从成汤到纣灭亡，共约620年；有信史起于商之说。商代已有庠、序、学、辟雍四类学校。

要对商代教育进行探索，自然要追溯到前面已说到的1898年，在河南安阳西北小屯村所发现的甲骨片。甲骨文字多是占卜的卜辞。它记录了远在3400多年前商代的社会、经济、文化教育等方面的信息；其中有关教育的甲骨片，则是我们最为关心的。

甲骨卜辞使用干支记日法。有一块武乙时期（约公元前13世纪）的牛胛骨，上面刻有完整的六十甲子，很可能就是当时为计算日数所使用的干支表，亦可能是教师所刻的教学范本。甲骨文的单字约4500个。甲骨卜辞中记录数字，都是十进位制的自然数，最大的数字是三万。

殷商历法以干支记日，朔望记月；以新月出现作为朔望月的开始，而通常新月总出现在真朔后第一或第二天，即初二和初三。由甲骨卜辞可知当时每年平常有十二个月，闰年则有十三个月，每隔三年就置闰月来调整；因而，必须懂得年和月的奇零部分，用分数来计算。卜辞中，还反映了当时已有奇数、偶数、倍数的概念。

周代，已有设在天子的王城和各诸侯国都城的国学和设在地方的乡学。周代的天文学更先进了。如前面所说到的：已经定出朔日，举行“告朔”盛典，月相的名称，和规定漏刻每天百刻，二十八宿，十二次和十二辰的建制，这的确是很大成就。

反映在教育和实用方面的一种进步就是“算筹”，因为历法的计算离不开“算筹”，星官畴人，亦必须通过教育，才能掌握这种技能。

“算筹”是一种计算用的小竹棍，亦有用木、骨、金属等材料制成的。算筹的运算方法对我国古代数学的发展影响很大，然而究竟起源于何时，现在还无法确定。西周时期，数学是当时“士”阶层受教育的必修六艺（礼、乐、射、御、书、数）之一，世代相传专门掌管天文历法和掌握数学知识的《畴官》，是必须“学有所得”并用以授徒的。根据这些看来，算筹记数和简单四则运算，很可能在西周或更早一些时候便

① 见《黄侃手批白文十三经·左传昭公十七年》，第374页，上海古籍出版社，1983年。



已产生。

所谓书，即识字教学。我国文字，自产生到殷商，已进入成熟阶段，习字、学书也就成为当时教育的内容。西周的书学，据《礼记·内则》称："十年出就外傅，居宿于外，学书计。"就是说儿童长至十岁，有一定生活能力时，就要出门，从师学习识字与算术。

至于数，在古代与术相联系，故称数术，简称数。今天所称的数学，古时则称为算，是数术的一种。数的教学，到西周更为系统。《礼记·内则》称："六年教之以数与方名……九年教之数日。十年出就外傅……学会计。"据考证，六岁儿童所学之数为一至十的数目，是教儿童学数"数"，九岁儿童学"数日"，是指学习"记日法"。

我国已故数学史家钱宝琮先生考释说：综观《周书》所载纪日法，其内容为：

(1)纪月以数，纪日以甲子。

(2)仅以甲子纪日，还不能推知其在某月中之迟早，故在上半月先记朏日，下半月先记既望来表明。

(3)自朏至既望，约计十三日；自既望至朏，则有十六七日，相距不等。故此，如果以望月为"生魄"，望后一日为"旁生魄"；朏前二日为"死魄"，朏前一日为"旁死魄"，来作计算，就可使一个月的前后两半，大约相等。可见，所谓数日和纪月的知识，包括天文、历法，特别是历数方面的内容。

因而，儿童九岁就开始学甲子记日，然后加深。而十岁儿童所学"书计"，有人认为是指一般计算能力的培养。史载：西周已设有"司会"机构，专管计算工作。而在甲骨文、金文中的十进位制，以及甲子六十进位制在当时起到应有的作用，尤其是后者，对历算、历史年代的记载作用之大，已得到公认。



二、春秋战国的历史发展

西周末年，奴隶主贵族的统治开始动摇，奴隶主贵族官学也日趋衰落，到了春秋时期[①]，封建经济因素不断发展，周天子逐渐失去"共主"地位，贵族中的一部分逐渐向封建地主转化，士阶层兴起，出现了社会的再分工，代之而起的是私人自由讲学，由此而展开了古代学校教育的新局面。

东周以后，世代掌管周史的史官流落到晋国，以后又分散到卫、赵、秦诸国，一些文化官员带着原来秘藏于宫廷的典籍、文化、礼器等，逃往四方，这就出现了学术、文化的下移。于是，就出现了"稷下学宫"这样的讲学场所，它是战国时期齐国

---

① 春秋是我国由奴隶社会向封建社会转变时期，以往史学界以周平王（公元前770年）到周敬王四十四年（前476）为限。今则以周元王元年（前475）至秦始皇二十六年（前221）为限，以此为我国封建社会开始的标志。

设立的一所著名学府，由国家主持招纳当时社会上流动的知名学者，也吸收了一批学生，成为当时百家争鸣的中心。所谓“稷下”，是指当时齐国都城临淄（今山东淄博市淄川区）的稷门（城西南首门）附近地区。稷下学宫是在齐桓公[1]时设立的，后来齐威王继承父业，稷下学宫已有相当规模。到了齐宣王时，稷下之学达到鼎盛，能容纳师生近千人，聘请驺衍、淳于髡、田骈、接子、慎到、环渊等76名学者任教，给以上大夫职位，修建壮观的宅院，给予优惠待遇，并且兼容并蓄，不拒各家流派，一概优礼相迎，对各地游学弟子，亦热情接待。这样，士人学者，望风依附。稷下学宫经历了战国中期与后期，前后达150年左右之久。既是论坛，又是研究院。从学派来看，有儒、道、法、阴阳家，天文历算、兵、农各家等。

《管子》[2]是“齐学”的代表作，其中《管子·幼官》篇，就是稷下传授天文历法知识的教本。《幼官》篇并不是启蒙教材。据考证，古代“幼”与“玄”同义，“官”是“宫”之误。玄宫，就是颛顼和夏禹[3]时代的《月令》，《管子·幼官》篇是我国古老的十月太阳历的真实记录。

《幼官》篇载：古代分一年有三十个节气，每一节气为十二天，三十个节气为三百六十天，最后的五至六天为过年天，不计在内。还记有“五方星”和“十方图”。十方图是本图和副图的组合，每一方图代表一个月，共十个月，体现一年之内太阳的周年视运行。这些内容和汉代的《月令》极相似。因而《通典》云，《月令》出于《管子》。我国学者陈久金和卢央两教授，曾对此进行过深人研究，在《彝族天文学史》书中称：“《夏小正》和《管子·幼官篇》所记的都是同一种历法，即十月太阳历，一个是记星象物候，一个记节气，正好互为补充。这种历法，夏代使用过，彝族同胞亦使用过。”稷下学者将它记人《管子·幼官篇》，开创了传授月令和天文历法知识的先例。

三、秦汉的制度

公元前221年，秦始皇兼并六国，在文化教育方面采取了重大措施。首先是统一文字，丞相李斯编《仓颉篇》，中车府令赵高写《爰历篇》，太史令胡毋敬撰《博学篇》。作为标准文字的范本。其次是普设官学——学室，在郡、县都普遍设立，规定学生至少必须是“史”的儿子。“史”，就是政府各级机关的文书、书记、档案员等低级文官。再次是置博士官。秦统一后继承战国时期博士制，中央朝廷征召六国时

---

① 即田午，公元前375—公元前357年在位。

② 齐国推崇管仲的学者编写的著作。内容包含：历算、地理、水利、农、兵等学科。

③ 《庄子·大宗师》有：“颛顼得之，以处玄宫。”《墨子·非攻》有：“高阳乃命禹于玄宫。”因而，玄宫是颛顼和夏禹的代称。



的博士达七十余人。太史令之下亦置候气、占梦博士，其职务是议政事，备咨询，掌故籍。正因为他们有丰富的知识，所以有些博士就以个人名义传经授徒，但史载尚未见有天文历法的教习。

汉朝官学分中央和地方官学两大类。中央官学有大学性质的太学，有特殊性质的“鸿都门学”、“四姓小侯学”等。地方官学按行政区划，分别设立：学、校、庠、序，其程度已有高低之分。在汉武帝之前，郡国未有学校，而闾里自有书师，武帝就令郡县都立学校官。《汉书·平帝纪》载：“元始三年，立官稷及学官，郡国曰学，县、道、邑侯国曰校。校、学置经师一人。乡曰庠，聚曰序；庠、序置《孝经》师一人。”而汉朝经师，多通阴阳之学。

汉时小学，兼重书算。《汉书·律历志》载：“数者，一、十、百、千、万也，所以算数事物，顺性命之理也……其法在算术，宣于天下，小学是则，职在太史，羲和掌之。盖仍周代保章教六书九数之法，故汉人多通算学。”

汉朝的太学甚为发达，西汉末，学生三千，东汉时，最多达三万余人，京师形成太学区，匈奴等也送子弟入太学，极一时之盛，但史载亦未见有天文历法的讲授。

汉朝私学较兴盛，一方面因为受国家以经术取士的影响，另一方面是因为私人讲学思想束缚较少，而且官学太学博士多专一经，墨守章句，少有卓识，私人讲学辈兼授数经。东汉经师，有的不仅精通儒家经典，还兼及天文历算、律学。如东汉经师何休善历算，郑玄通《易经》、《公羊春秋》、《三统历》、《九章算术》。樊英、段翳、廖扶等亦精星占、天文，皆传授于弟子。东汉方技之术，虽多杂以图谶迷信，但亦包含丰富的自然科学知识。

汉朝，鉴于秦朝之败，重视学术，广为收集典籍。至汉成帝时已有相当数量图书集中在国家图书馆，于是，命令整理检校，当时太史令尹咸负责天文历法，共计有：

阴阳二十一家	三百六十九篇	天文二十一家	四百四十五卷
历谱十八家	六百六卷	五行三十一家	六百五十二卷
蓍龟十五家	四百一卷	杂占十八家	三百一十三卷
形法六家	百二十二卷		

这些书籍，对当时的天文历算研究和教育工作，无疑起了很大的作用。

四、魏晋南北朝的形势

东汉末建安元年(196)至隋开皇九年(589)，历时 394 年，史称魏晋南北朝时期。在这期间学校废置无常，尤其是官学，数量大减。

魏国时魏文帝于黄初五年(224)正式在洛阳恢复太学，仍沿袭汉朝旧制。至于

晋朝，亦设国子学和太学。

南北朝私学亦发达。宋文帝元嘉十五年(438)，在京师开设了四个类似单科大学性质的"四学馆"：一个是由雷次宗主持的"儒学馆"；另一个是由何承天，即《元嘉历》撰制者，主持的"史学馆"；第三个是由谢元主持的"文学馆"；第四个是由何尚之主持的"玄学馆"。当时四馆就各专业招收门徒，从事研究，这是在学制史上值得注意的事情。虽然不是天文历算性质，但实际上是开隋唐时代设置律学、书学、算学专科学校的先例。

至于北魏时期，值得指出的一件事是在太史监中设立太史博士和太卜博士职位，以传授天文和占候知识，这亦为首创，为后来隋唐时期所效仿。

五、隋唐教育制度的革新

我国自三代开始，小学有传授九数的制度，这属于初等性质的数学教育。与天文历算关系密切的高等数学教育，多设在史官门下，不列于国学，至隋朝才隶属于国子监[①]。隋文帝时，曾特设国子监掌管教育，不隶于太常，另设祭酒一人主持。这是我国历史上设立专门教育行政部门和长官的开始。国子监下设：国子学、太学、四门学、书学、算学[②]等五学。五学学员980名，其中算学学员80名。前三者是儒学，后二者是教授专门知识的"专科学校"，算学之设为隋朝首创。《隋书·百官志》："算学博士二人，算助教二人，学生八十人，并隶属于国子寺。"又《旧唐书·职官志》："隋始置算学博士二人于国庠。"算学博士的品秩为"从九品下"。算学列为国学之一，说明已具备专科学校的基础。在当时，还有一些专门的教育与行政业务机构结合在一起，尚未分开，例如：律学，隶大理寺，设博士八人，教授若干学员；太医署，隶太常寺，设医学博士、按摩博士、药园师等，教授若干学员；太史曹，隶秘书省，设天文、历法、漏刻博士，教授若干学员。这表明多种形式的"专科学校"在逐渐形成。



唐朝中央设立的学校有国子监下属六学：国子学、太学、四门学、书学、算学、律学，长官为国子祭酒。前三学属大学性质，后三学属专科学校。另有医学附属于太医署，兽医学附设于太仆寺，天文学附设于司天台。史载，唐中央各机构中，除太医署直辖的医学成为正式的学校外，其他机构亦培养所需人才，虽无学校名称，但实际上已具职业教育的性质。如司天台设天文博士(又称灵台郎)二人，掌教天文气色；历博士(又名保章正)一人，掌传授历法；漏刻博士九人，掌漏刻知识传授。三科博士各自教授门徒，有天文观生九十人，学习观察天象、气候；历生五十五人，以及

---

① 国子监初名国子寺，开皇十三年改为国子学，大业三年又改为国子监。

② 当时的算学，包括天文历算。



漏刻生三百六十人等。就属于这类性质。

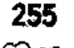
唐朝的各学科设置经常改动。唐承隋教育制度，但武德初年废书、算两学，贞观二年复置书、算，后亦停止。贞观三年，诏诸州置医学。又因为武德初年将律学隶国子监但不久又废之弊，贞观六年再复律学。至于算学，到显庆元年(656)复置，但是在两年之后，又将书、算、律三学都废。直至龙朔二年才再恢复。可是龙朔三年又将书学改隶兰台，算学则把博士以下改隶秘书局，律学改隶详刑寺。体制的改动，导致出现双重领导关系；算学之于国子监以及司天台之于秘书局之间的关系，就是这样。

算学，其任务为训练天文历算、财政管理和土木工程方面的人才，设有博士 2 人，助教 1 人，教授学生 30 人。分两专业：一是以学古典算术为主，如《九章算术》、《周髀算经》等课程，另一是以“当代算术”，实用性强的算学为主，如《缀术》、《辑古算经》等课程；共学习七年。而在学时间以九年为限，这反映出算学教育水平很高。

六、宋朝算学教育的兴盛

宋继唐制，进一步发展专科学校。宋朝专科学校有两种管理体制，一种是国子监统辖，如武学、律学；另一种是各职能局管理，如：书、算、画、医，分属于书艺局、太史局、画图局和太医局。

算学，徽宗崇宁三年(1104)建，大观四年(1110)归太史局管辖。学生定额 210 人，命官、庶人均可入学。这比隋朝的 80 人和唐朝的 30 人规模要大得多。学习的课程为：《九章算术》、《周髀算经》、《海岛》、《孙子》、《五曹》及《张丘建》等，并学习历算三式、天文书等，是为本科。本科之外，人占一小经，愿占大经者听便。公、私试以及“三舍法”与太学略同。所谓三舍法是宋神宗时王安石创立的方法，即在太学中分设外舍、内舍与上舍，建立一套品德与学业兼顾，平时考查与升舍考试并重的“升舍制度”。其特点是赋予学校直接向国家输送人才的职能，学校不再是科举的预备场所，太学生在校的学业相当于科举考试的成绩，优秀者可以越过科举而直接得到官职，大大提高了学校地位和学生的学习积极性。



宋朝数学家如群星璀璨，流光溢彩。北宋有沈括、贾宪，南宋有杨辉、秦九韶等。他们的成就，极有助于天文历法的计算。

沈括，既是数学家亦是天文学家，发明了“会圆术”。导得以圆径及所割的矢，求圆弧的长。设弧长为 a，所割的矢为 b，通弦为 c，圆径为 d[①]（见图 3—1），那么，会圆术公式为：

---

① 如图 3—1 所示弧长 $\overset{\frown}{BDE}$ 为 a；BK 为 b；BE 为 c；$2DO$ 为 d。

$$c = 2\sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2} - b\right)^2} \tag{1}$$

$$a = c + \frac{2b^2}{d} \tag{2}$$

实际上，公式(1)可由《九章算术》的勾股章推得；而第(2)式只是近似公式，亦可从《九章算术》的弧田术推导出来。

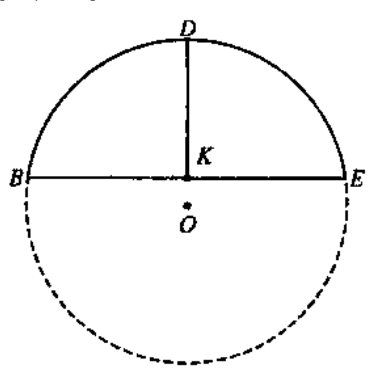


图 3—1　沈括会圆术图

杨辉在《详解九章算法》(1261)中得到：

$$c=\frac{2A}{b}-b;\qquad A=\frac{1}{2}(c\times b+b^2);$$

以及：

$$d=\frac{\left(\frac{c}{2}\right)^2}{b}+b \tag{3}$$

式(3)完全等同于式(1)。这就证实了“会圆术”与《九章》的汇通。

沈括的“会圆术”，发表在《梦溪笔谈》，但无证明。在这里，我们来作证论。

按弧形面积，可以求导。令此面积为 Q：

$$Q=\frac{a\times d}{4}-\frac{c\left(\frac{d}{2}-b\right)}{2}=\frac{(a-c)d+2c\times b}{4} \tag{4}$$

据《九章》弧田术，有：

$$Q=\frac{c\times b+b^2}{2} \tag{5}$$

式(4)与式(5)相等，化简，立得式(2)。

沈括的“会圆术”公式(2)和杨辉的《详解九章算法》公式(3)，为元朝郭守敬在《授时历》中，于“黄道出入二十四度，求矢”的运算过程反复引用，最后得出由黄道积度，求赤道积度和赤道内外度的两个球面公式。



宋朝的天文历算教育，比隋唐深广得多。

七、辽金元的教育体制

辽代在太祖建国之初，曾在上京置国子监，下设国子学。太宗时，在南京设太学(南京学)。道宗清宁五年(1060)，在上京、东京、西京、中京同时设学，合称"五京学"，第二年又在中京置国子监，基本形成官学体系。国子监中设祭酒，太学及五京学中设博士和助教。府、州、县亦立学校。总起来说，机构和管理系统比较简单，亦没有天文学的教学内容。

金代的中央官学，始于海陵王天德三年(1151)设立国子监，后来世宗大定六年(1166)设太学，大定十三年又设女真国子学。《金史・章宗本纪》中有"国子监祭酒刘玑率六学诸生上表陈情"一语，可知其有类似于唐朝的国子学、太学、四门学、律、书、算等六学。金代教育行政管理机构亦为国子监，隶属于礼部。礼部同时还掌管贡举、图书、天文、漏刻、医卜等，便于学校教育和科举、书籍的出版，以及天文、医学等文化科技彼此间的联系。

元朝的教育，在中央的国子学各有所辖的国子监。国子学(汉学)创立于至元六年(1269)，国子监则设于至元二十四年，隶集贤院，置国子监祭酒，辖国子学。蒙古国子学置于至元八年；蒙古国子监设于至元十四年，置祭酒，辖蒙古国子学。回回国子学成立于至元二十六年；回回国子监则设于仁宗延祐元年(1314)，官制不详，但辖回回国子学。

地方学校则每路设正、副提举司二人，总管其事，隶属于汉学国子监；诸路医学另有提举司管辖，上隶太医院；诸路阴阳学，上隶于蒙古国子监。

元朝的地方学校颇为发达，路有路学，府有府学，州县有州县学，都属于普通性质学校。此外还有诸路医学、蒙古字学、阴阳学和社学等。



所谓阴阳学，就是当时的天文历算和占星等术数的代称。《元史・选举一》记载："诸路阴阳学始于世祖至元二十八年，至延祐年间又推广到各府州，地方阴阳学隶太史局。"[1]

设立地方诸路阴阳学，普及天文术数知识，这是元朝首创，为明朝所继承。

诸路阴阳学的教学，依照地方儒学和医学章程办理，设教授，学习教材有：《占算》、《三命》、《五星》、《周易》、《六壬》、《数学》和《三元经书》——婚元、宅元、茔元。凡艺术精通者，每年呈报省府，并赴都举行会验，成绩优秀者，由司天台录用。

---

① 关于诸路阴阳学的隶属，前面说到上隶于蒙古国子监，而后面又称隶太史局。蒙古国子监成立较早，可能在早期已有一些路成立，而正式、全面的设立则在其后十四年。并不排斥早期阴阳学归属蒙古国子监。

元朝对私人讲学似乎采取开放政策，如元朝开国之初，成吉思汗的孙子蒙哥，即元宪宗，曾命令他的弟弟旭烈兀，在征服西域中，把西域著名天文学家纳速剌丁·徒思送到国内，请他传播西方的天文知识。

八、明清的天文历算教育贡献

明朝的国学，又称国子学或太学，洪武十五年改为国子监，并学于监。明朝国子监，先设立于南京，永乐元年，建北京国子监于安定门，永乐十九年迁都北京，改北京国子监为京师国子监。于是明朝国学有南北两监之分，称南北两雍。南京国子监规模宏大，据《南雍志》载："直至小教场，西至英灵坊，北至城坡上山，南至珍珠桥；左有龙舟山，右有鸡鸣山，北有玄武湖，南有珍珠河"，延袤十里，灯火相辉。洪武二十六年学生达 8000 多人。永乐廿年学生达 9900 多人，为极盛之期。黄佐在《南雍志》中称："当时南京国子监，规制之备，文教之盛，自有成均，未之尝闻也。"当时邻邦高丽、日本、琉球、暹罗等国，都派留学生来监学习。

明朝地方普遍设学，始于洪武二年。府曰府学，州曰州学，县曰县学。府设教谕 1 人，训导 4 人；州学设学正 1 人，训导 3 人；县设教谕 1 人，训导 2 人。都属于儒学。

明朝继承元朝，亦置阴阳学。洪武十七年，令设置中央和地方两级阴阳学；中央设立的阴阳学细节未详，地方阴阳学则分别由府正术、州典术、县训术任教官。

明朝对各级学校，亦曾经强调学习算学。《明会典》载："洪武二年，诏天下府州县立学校，学者专治一经，以礼、乐、射、御、书、算设科分教。"洪武廿五年，再命"学校生员，兼习礼、射、书、数……数习《九章》之法，务在精通，俟其科贡，兼考之。"

《明宣宗宣德实录》亦载："宣德四年(1429)九月乙卯，北京国子监助教王仙言，近年生员止记诵文字，以备科贡，其于字写算法，略不晓习，改入国监，历事诸司，字画粗拙，算数不通，何以居官从政。乞令天下儒学生员，并习书算……上谓行在吏部臣曰：其言皆有理，自今国子监博士、助教考满称职者，必录用，生员亦会兼司书算。"

可惜，由于明朝政府对天文学采用严禁政策，因循守旧，尽管有很好的规定，执行却不得力，只成空文，导致钦天监生源短缺，质量下降。

在私学方面，明朝对书院不予重视，直到成化之后，书院才渐兴起，至嘉靖年间达到极盛。但明末统治者意识到书院聚集有识之士，讲学评议时政，对封建统治不利，先后于嘉靖、万历、天启年间四次禁毁书院。虽然这些书院并不讲授天文历算，但从其压制学术这方面来看，明朝的天文学处于低潮，并非偶然。

清朝则不然，开国初年，社会安定，国力强盛，生产有所发展，清初各皇帝多有



励精图治之心，康熙皇帝尤为突出，本人勤于学习，又大力提倡科学技术，造就人才。我国古代的数学、天文历算等教育，在清初又逐步恢复发展。康熙皇帝深知天文关系重大，必须选择得人，令其专心习学，方能通晓精微。命令选取官学生，与汉天文生一同学习，有精通者，由钦天监考试补用。乾隆四年，对世业子弟充任天文生者，要求教习在三年学满之后做出评定，术业生疏者，即行黜退。经过这样整顿之后，质量提高，制度稳定。

在算学人才培养方面，共经过几次安排：第一次在康熙五十二年，设算学馆于畅春园蒙养斋。第二次在乾隆三年，决定在钦天监附近专立算学一所；第二年又批准算学隶国子监管辖，称国子监算学，实际上相当于现今的国立大学数学系。第三次则改为钦天监兼管算学，从乾隆五十年、嘉庆十三年和道光三年的钦天监监正兼管国子监算学馆就可清楚地看到，清朝对天文教育的重视。

在对待书院讲学方面，清朝亦与明朝大不相同，采取的是支持政策；清朝书院实际上已成为官立书院。经学书院大力发展，讲授科学知识亦应运而生。

嘉庆初年，阮元督学浙江时，在西湖孤山创立"诂经精舍"。选诸生读书其中，特重经典而排斥科举，讲授或讨论十三经，三史疑义，旁及小学、天文、地理、算法等。光绪十八年，黄体芳建南菁书院于江阴，课程分经学、古学，兼及天文、算学、舆地等。

影响最为深远的，要算同治元年(1862)京师同文馆的成立。鉴于鸦片战争的失败，朝野上下有识之士，寻找富国强兵之道，先在同文馆培养翻译人才；接着在同治六年，又增设算学馆，练习天文、算学，培养科技人才；有一番振作景象。风气所及，福建船政学堂于公元 1866 年成立；天津水师学堂于 1881 年诞生；南国之滨的广州，在公元 1887 年，异军奋起，宣告成立广东水陆师学堂。这些学馆、学堂都教习天文航海、海道驾驶等知识。一个新的洋务运动时代开始了，它使我国的天文学，由只限于经典的天文历算范围的学习和教育，走向另一个广阔的赋予新内容的天文学领域。新的任务要求我国有为之士来接受这些教育，掌握一些技术知识。

第二节　名物启蒙的古代天文教育

在我国古代教育史上，天文教育可算列位前沿。因为先民农耕，日出而作，日入而息；月有圆缺，斗转星移；源于生产，见于生活。明末大学者顾炎武说："三代以上，人人皆知天文。七月流火，农夫之辞也；三星在天，妇人之语也；月离于毕，戍卒之作也；龙尾伏辰，儿童之谣也。后世文人学士，有问之而茫然不知者矣。"可见古代对天文星象的认识，几乎家喻户晓。

然而认识只属于感性，教育才是获得知识的理性升华。儒家经典《易经》就写有："蒙以养正，圣之功也"，提倡启蒙从孩提抓起。后来将十五岁以前的教育，称为启蒙，这是重要的阶段。我国古代天文启蒙教育，已遍及至直观认识、算学训练以及文学词章等的名物博识范围领域。

《礼记·内则》规定：西周贵族子弟在六岁时除了要学习数"数"，还要学习方名，即东、西、南、北四方。具有古老渊源的《周髀算经》书中就有记述。

《周髀算经》这部书，在古代的天文、算学中的作用极大，我们在这里花费篇幅，稍加介绍。

《周髀算经》一书作者不详，可能成书于公元前100年或稍后一些年代。在古代，天文和算术不分。作为天文著作，它记载了夏、商、周以来我国古代丰富的数学知识，还记述了盖天学说和天文历法，采用的是《四分历》。同时又讨论了日影的测量，列出一年各节气日影长度，利用日出日落来测定方向，以及其他天文问题和勾股定理的产生，等等。这对我国古代数学理论体系形成，无疑是重要的。

《周髀算经》的数学和天文内容，叙述有问有答，读之妙趣横生。如：

算术方面。《周髀》中记有：一年$=365\frac{1}{4}$日，一月$=29\frac{499}{940}$日，月日行$13\frac{7}{9}$度，求12个月后月亮所在方位。

答：$29\frac{499}{940}\times12\times13\frac{7}{9}\div365\frac{1}{4}=354\frac{6612}{17860}$（度）

勾股定理的建立。《周髀》记载公元前六七世纪时，荣方和陈子两人的对话。陈子讲到计算弦长时说："若求斜至日者，以日下为勾，日高为股，勾股各自乘，并而开方除之，得斜至日。"这就是勾股定理的原型。



《周髀》中关于商高答周公问的记述，尤为绝妙，堪称佳谈：

> 昔者，周公问于商高曰：窃闻乎大夫善数也，请问：古者仓牺[①]立周天历度，夫天不可阶而升，地不可得尺寸而度，请问数安从出？

商高答曰：

> 数之法出于圆方；圆出于方，方出于矩，矩出于九九八十一。故折矩以为勾，广三，股修四，径隅五，既方其外，半之一矩，环而共盘，得成三、四、五，而矩共长二十有五。

由此可知，我国在伏羲太古时期已开始使用数字。周公名旦，是周成王的重要辅政大臣；商高则为数学兼测量家。可以推测，我国至少在公元前1100年就已出现勾股定理了。

---

① 仓牺，即伏羲氏。



我们再转向“方名”的介绍。《周髀算经》有这样的记载：

以日始出，立表而识其晷，日入复识其晷，晷之两端相直者，正东西也。中折之，指表者，正南北也。

根据日月星辰等天文现象教儿童分别方向，简明而且形象。随着儿童年龄增长，对“方名”的认识还可增加深度，或根据亮星、星座在不同季节，但对应于相同时刻，所在的位置亦可识别方向（见图3—2）。

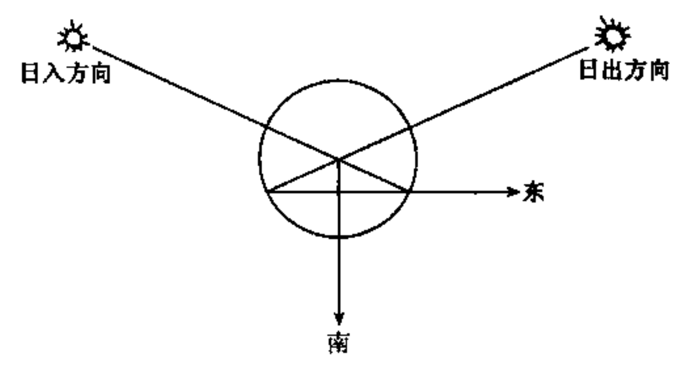


图3—2 启蒙识“方名”图

蒙学的教材，除了算学之外，各种名物博览的文学教材亦相应产生，其中包含天文教育的，亦不乏精彩著作。

《千字文》为梁武帝时周兴嗣所撰，全文千字，每句四字。其中天文词句：

天地玄黄　宇宙洪荒　日月盈昃　辰宿列张

寒来暑往　秋收冬藏　闰余成岁　律吕调阳

宋代方逢辰的《名物蒙求》一书，亦有天文宇宙知识的记述：

天尊地卑　乾坤定位　轻清为天　重浊为地

丽乎天者　日月星辰　润以雨露　鼓以风霆

云维何兴　以水之升　雨维何降　以云之蒸

更高水平的启蒙教材，当推《幼学琼林》，为清朝学者程允升所编，其内涵博采自然、历史、社会、伦理等方面经典著作中的典故，有如小百科，辞句典雅，章节分明，读之琅琅上口，导游于书海学林之中。其中有古代天地形成、星辰布列的构想：“混沌初开，乾坤始奠，气之轻清，上浮者为天，气之重浊，下凝者为地。日月五星，谓之七政，天地与人，谓之三才，日为众阳之宗，月乃太阴之象。”

书中广采民俗风情，兼及时令节气，如：“参商二星，其出没不相见；牛女两宿，唯七夕一相逢。后羿妻奔月而为嫦娥，傅说死其精神托于箕尾。”傅说是商代宰相，死后上升为天上的傅说星，位置就在箕宿（现今人马星座）的末尾。再如时令，则有：“冬至百六是清明，立春五戊为春社，寒食节是清明前一日，初伏日是夏至第三

庚。"对于月相圆缺，及冬至夏至候应，述之尤详：

夏至一阴生，是以天时渐短，冬至一阳生，是以日晷初长。冬至到而葭灰飞，立秋至而梧叶落。上弦谓月圆其半，系初八、九，下弦谓月缺其半，系二十三。月光都尽谓之晦，三十日之名。月光复苏谓之朔，初一日之号，月与日对谓之望，十五日之称。

《步天歌》亦是观象认星的启蒙教材，据称为隋丹元子所撰，实际上是认星的优美诗章。试举昴宿步天歌，昴宿中有民间熟悉的七姐妹星团，肉眼可见到七颗：

七星一聚实不少，阿西月东各一星。
阿下五黄天阴名[①]，阴下六乌刍藁营。
营南十六天苑形，河里六星名卷舌。
舌中黑点天谗星，砺石舌旁斜四丁。

而到唐朝《玄象诗》，才有三垣认星歌。紫微垣歌是：

紫微垣十五，南北两门通。
七在宫门西，八在宫门东。
钩陈南北极，俱在紫微宫。
辰居四辅内，帝在钩陈中。
斗杓傅帝极，向背悉皆同。

第三节　经典书籍中的天文教育

我国经典书籍经史子集，浩如烟海，记述各朝代政治、文化、教育的更迭兴衰。天文历数，多与当时的社会政治、文化有关；前辈先贤，创造发明，多保存于经典书籍之中，为后学必修课程；对名篇佳作，尤奉为圭臬，不失为良好施教的教材。而历代培育人才，士林学者晋身于社会知识高层，必须涉足经典书籍，因而，在潜移默化之中，也受到天文的教育熏陶。

一、经部

《书经·舜典》："在璇玑玉衡，以齐七政。"

《尚书·洪范》："协用五纪，一曰岁，二曰月，三曰日，四曰星辰，五曰历数。"

璇玑玉衡，以齐七政。为言观测日月五星，测定位置，编制历法，以授民时，乃为古代施政首务。这与《书经·尧典》的四仲中星，相辅相成。

① 阿，指天阿星；月，指月星；天阿、月星各一颗，居西和东方向。天阿星下面有五颗星，名叫天阴星。



《洪范》相传为商纣王叔父箕子所作，阐述关于先人治理天下之大法，称洪范九畴。第五畴即为五纪，极言观象、制订历法的重要，以协天时人和，有利于生活和生产。

《诗经·小雅·渐渐之石》："月离于毕，俾滂沱矣。"就是说在古时候，每当新月在毕宿时，黄河流域雨季就到来了。

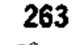
《诗经·鄘风·定之方中》："定之方中，作于楚宫，揆之以日，作于楚室。"说的是东周列国时，卫国被北狄所灭，老百姓流失到漕邑（今河南滑县东南），当时新上台的卫文公由齐国回来，把国都从朝歌（今河南滑县东北）迁到楚邱（滑县东南），招抚流失百姓，在楚邱地方修建起房屋，这时候正是孟冬十月，黄昏时定宿（又名营室）正在南方天空。揆，量度；度太阳正中之影，以定南北方向。

《诗经·小雅·大东》："维南有箕，不可以簸扬；维北有斗，不可以挹酒浆。维南有箕，载翕其舌；维北有斗，西柄之揭。"斗，指斗宿，即南斗六星，其口朝南，斗柄西指。苏东坡《赤壁赋》中有"少焉，月出于东山之上，徘徊于斗、牛之间"，即指斗宿。箕宿形像农用簸箕，但不能簸扬，斗宿在它北边，亦不能盛酒，只是装饰而已。

《诗经·豳风·七月》："七月流火，九月授衣。"这虽是诗章，却涉及天文历法。《豳风》篇记述了当时一年十二个月份的物候，经比对，这些物候与《夏小正》大部分相同，说明《豳风》时代历法的月建为夏正。

又如《诗经·小雅·大东七章·四月》云："四月维夏，六月徂暑"；天气最热时，在夏正为六月，殷正为七月，周正为八月。可见《小雅》时代的历法使用的亦是夏正。

《诗经》中亦记录了日月食。《小雅·十月之交》篇有："十月之交，朔月辛卯，日有食之，亦孔之丑。""彼月而食，则维其常，此日而食，于何不臧"。这是我国日食记载中有明确日期可查的最早的一次。学术界认为：根据述文条件，应是一次月食在先，日食在后的日月连食，被定为，月食发生在公元前 776 年 8 月 21 日，日食发生在 9 月 6 日。但也有很多学者认为：周幽王时的这次日食在镐京能看到的可能性极小。



根据《奥泊尔食典》查阅周幽王时期丰镐、中原地区可能看到的日食有九次，按条件筛选分析，发现公元前 735 年 11 月 30 日的日环食和 12 月 15 日的月食符合条件。日环食的食带由西北向东南，扫过四川，丰镐地区可见到的食分为 0.9 左右的偏食。但是，这次日月连食，则是日食在先而月食在后，与前面的论述相反，这并无大碍！这是对述文的理解和释义的一种深化而已。我们可以认为：《十月之交》所记述，或指公元前 735 年 11 月 30 日，即周平王三十六年发生的日环食。

二、史部

《左传》僖公五年："八月甲午，晋侯围上阳，问于卜偃[①]曰：吾其济乎？对曰：克之。公曰：何时？对曰：童谣云：'丙之晨，龙尾伏辰，均服振振，取虢[②]之旂，鹑之贲贲，天策焞焞，火中成军，虢公其奔！'其九月、十月之交乎。丙子旦，日在尾，月在策，鹑火中，必是时也。"

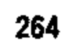
短短的一段话，有天文，有历法。其大意是：晋侯围攻上阳，问占星者郭偃：能成功吗？郭偃答：能。又问：什么时候呢？郭偃说，在丙子日这一天，东官苍龙这一星宿的尾部，这时候正好是日、月相会的位置，刚刚隐藏在地平线上。而君臣官兵都穿着戎服，高举攻夺虢国的旗帜。在天上，则是鹑火星象，贲贲飞翔。等到它在正南方时，就可以胜利，虢公就逃跑了。这大概是在九月和十月之间，干支记日为丙子日这一天早晨，太阳在尾宿，月亮在天策星附近，而鹑火星象正在南方天空，就是这个时候。

《左传》僖公五年："春正月辛亥朔，日南至，公既视朔，遂登观台以望，而书，礼也。凡分、至、启、闭，必出云物，为备故也。"

日南至，就是冬至这一天，恰好是正月初一，僖公登上国家天文台望云物气色。这是遵守古制。凡是春分、秋分、冬至、夏至、立春、立夏、立秋、立冬这八个节气，都必须观察记录，以备今后预测年景好坏作参考，这是古代所谓望岁或候岁。

《左传》庄公二十九年冬十二月："城诸及防，书，时也。凡土功，龙见而毕，务，戒事也。火见而致用，水昏正而栽，日至而毕。"

这是说，在古时候，当看见东官苍龙七个星宿出现在清晨正南方天空时，大兴土木的事就该停止，因为严冬到来了；而要等到来年看到大火星出现在清晨正南天空时，才可开始，因为春天暖和了。当看到北官玄武七个星宿出现在傍晚正南天空时，正是春分时节，该栽稻了；一直到夏至为止。



《国语》[③]，有春秋外传之称，很多记载涉及天文涵义。

《周语・上》："古者，太史顺时覛土，阳瘅愤盈，土气震发，农祥晨正，日月底于天庙，土乃脉发。"

覛，视也；瘅，厚也；愤，积也。说的是古代太史按季节时令观察土壤，阳气充足

① 卜偃，晋国掌卜大夫郭偃。

② 虢，古国名。周武王弟虢仲的封地，称西虢，故城在陕西宝鸡县东。后周平王东迁，西虢亦徙于上阳，称南虢，故城在河南陕县东南，春秋时灭于晋。

③ 《国语》相传为春秋时期左丘明所作。全书共二十一卷，分别记载西周末年至春秋时期（约公元前967年—公元前453年）周、鲁、齐、晋、郑、楚、吴、越八国的史事，是我国最早的国别史。



旺盛的时候，地气发动，该进行生产。在立春日早晨，农祥星（天蝎星座的头部）出现于南天，农忙开始。相应的，太阳、月亮都运行到天庙。天庙亦称营室，即室宿，为现今飞马星座的一部分。古代孟春之日，日、月都在营室。

《周语·中》："单子归，告王曰：陈侯不有大咎，国必亡。王曰：何故？对曰：夫辰角见而雨毕，天根见而水涸，本见而草木节解，驷见而陨霜，火见而清风戒寒。故先王之教曰：雨毕而除道，水涸而成梁，草木节解而备藏，陨霜而冬裘具，清风至而修城郭宫室。故夏令曰：九月除道，十月成梁。其时儆曰：收而场功，待而畚梮，营室之中，土功其始，火之初见，期于司里。此先王所以不用财贿，而广施德于天下者也。今陈国火朝觌矣，而道路若塞，野场若弃，泽不陂障，川无舟梁，是废先王之教也。"

这是说：在古时候，当东宫苍龙的角宿，早晨出现在东方地平上，正是寒露节气，不再下雨了。当寒露雨毕之后五天，天根（氐宿的别名，亦名本）晨见，水潦尽竭了；寒露之后十天，阳气尽，草木的枝节皆脱落了。再接着，天驷星晨见，霜始降。霜露之后，大火星昏见于南天，清风已先到，诫人备寒。所以先王教导人们：雨毕后要清理道路，寒露后五天要准备盖房子。草木落叶之时，农事完毕收藏。下霜时要准备好冬寒衣，初冬时修理城廓宫室。也就是九月修路，十月盖房。时令提醒人们：准备兴土修房的工具（畚和梮），修理房舍粮仓。特别是，在小雪季节，当营室（定星）昏见于正南天，而大火星刚出现在东南天空时①，土木应该开始了，大家拿着工具，会齐到司里，等候分配工作。可是，现在大火星已在清晨出现了，然而道路却没有修整，仓库废弃，河道亦没整治，川无舟梁，这是违背先王的教导！治国无方，政令松懈，哪能不衰败呢！



三、子部

（一）《吕氏春秋》

孟春之月，日在营室，昏参中，旦尾中，是月也，以立春。

仲春之月，日在奎，昏弧中，旦建星中，是月也，日夜分，雷乃发声。日夜分，则同度量，约衡石。

季春之月，日在胃，昏七星中，旦牵牛中，是月也，生气方盛。

孟夏之月，日在毕，昏翼中，旦婺中，是月也，以立夏。

仲夏之月，日在东井，昏亢中，旦危中，是月也，日长至，阴阳争，死生分②。

---

① 古代，大火星在春季出现于清晨正南方。而在初冬，则出现于清晨东南天空。

② 死生分，阴气始起于下，盛阳盖覆其上，故曰死生分。

季夏之月，日在柳，昏心中，旦奎中。

孟秋之月，日在翼，昏建星中，旦毕中，是月也，以立秋。

仲秋之月，日在角，昏牵牛中，旦觜觿中，是月也，日夜分，雷乃始收。日夜分，则一度量，平权衡，正钧石。

季秋之月，日在房，昏虚中，旦柳中，是月也，霜始降。

孟冬之月，日在尾，昏危中，旦七星中，是月也，以立冬。

仲冬之月，日在斗，昏东壁中，旦轸中，是月也，日短至，阴阳争，诸生荡。

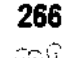
季冬之月，日在婺女，昏娄中，旦氐中，是月也，日穷于次，月穷于纪，星回于天，数将几终，岁将更始。

这是十二个月的月令。属于同一性质的还有《礼记·月令》、《明堂月令》、《淮南子·时则训》。其特性是记十二个月政令的所行；从天时、人事等事物飞潜，一名一物之细，各月条文，记录日之所在和昏旦中星，以明物候次第，占验指示，不违时令。

(二)《尔雅·释天》[①]

"穹苍苍，天也，春为苍天，夏为昊天，秋为旻天，冬为上天。四时，春为青阳，夏为东明，秋为白藏，冬为玄英。四气和谓之玉烛，春为发生，夏为长赢，秋为收成，冬为安宁，四时和为通正，谓之景风，甘雨时降，万物以嘉，谓之醴泉祥。"

"析木之津，箕斗之间，汉津也。星纪，斗牵牛也，玄枵，虚也；颛顼之虚，虚，北也，北陆，虚也。营室谓之定，娵觜之口；营室，东壁也。降娄，奎、娄也；大梁，昴也，西陆，昴也；浊谓之毕，咮谓之柳，柳，鹑火也。北极谓之北辰，河鼓谓之牵牛；明星谓之启明，彗星为欃枪，奔星为彴约，星名。"



(三)《论衡·说日篇》

"儒者曰：冬日短，夏日长，亦复以阴阳。夏时阳气多，阴气少，阳气光明，与日同耀，故日出辄无障蔽。冬，阴气晦冥，掩日之光，日虽出，犹隐不见，故冬日日短，阴多阳少，与夏相反。如实论之，日之长短，不以阴阳。何以验之？复以北方之星，北方之阴，冬日之阴也。北方之阴，不蔽星光，冬日之阴，何故犹灭日明？由此言之，以阴阳说者，失其实矣"。

"实者，夏时日在东井，冬时日在牵牛。牵牛去极远，故日道短。东井近极，故日

---

① 《尔雅》，称孔子教鲁哀公学《尔雅》，其来源甚远。清邵晋涵则称为孔子门人所作。《永乐大典》引曾粹中放斋诗说曰：《尔雅》，毛公以前，其文犹略，至郑康成时则加详。《尔雅》可能为汉代小学家缀辑旧文，递相增益之作。



道长。夏，北至东井；冬，南至牵牛。故冬、夏节极，皆谓之至；春、秋末至，故谓之分”。

(四)《灵宪》[1]

“夫日譬犹火，月譬犹水；火则外光，水则含景。故天日宣明于昼，纳明于夜……夫月端其形，而洁其质；向日禀光。月光生于日之所照，魄生于日之所蔽；当日则光盈，就日则光尽也。众星被耀，因水转光；当日之冲，光常不合者，蔽于地也，是谓暗虚，在星则星微，遇月则月食”。

(五)《天问》

“圜则九重，孰营度之？惟兹何功，孰初作之？”

天共有九重，有谁度量过？这么大的功绩，是谁所创建？

“斡维焉系？天极焉加？”

斡，旋转。旋转的天球是依靠什么来维系呢？天极又架放于何处？

“天何所沓？十二焉分？日、月安属？列星安陈？”

“何阖而晦？何开而明？角宿未旦，曜灵安藏？”

何处关闭，天就黑暗；何处打开，天就明亮；角宿天门还没有开的时候，太阳藏在什么地方？

“四方之门，其谁从焉？西北辟启，何气通焉？”

天地四方的门，谁从那里出入呢？西北方的门打开，什么气从那里通过呢？

古代传说天地有四方之门，通过寒暑之风，形成四季的变化。《淮南子・地形训》称：东方开明之门，西方阊阖之门，南方暑门，北方寒门。即为四时之气所出入之处。又称：“西北方曰不周之山，曰幽都之门。”[2]



四、集部

(一)三垣

郭汭《同崔员外温泉宫即事》诗：

辇辂移双阙，宸游整六师。

天回紫微座，日转羽林旗。

辇辂，王者之车；古代卿大夫乘辇，汉以后天子所乘坐。六师，周礼夏官序文：《王六军》郑玄注，诗大雅常武曰：“整我六师，以修我戎。”羽林军，禁军名，汉武帝时

---

① 《灵宪》，东汉张衡著。

② 据闻一多考证：“阊阖为西北方门。”

置建章营骑，后改名羽林。

曹植《五游》诗：

阊阖启丹扉，双阙曜朱光。

徘徊文昌殿，登陟太微堂。

双阙，即指紫微垣和太微垣。

（二）二十八宿

卫象《古词》——昴宿诗：

鹊血雕弓湿未干，鹈鹕新淬剑光寒。

辽东老将鬓如雪，犹向旄头夜夜看。

旄头，《史记·天官书》：旄头，昴也。星象家以昴毕为天街国界。此处虚拟老将军，手执鹈鹕油防锈的宝剑，注视昴宿，保卫边疆。

白居易《诏取永丰柳植禁苑感赋》——柳宿诗：

一树衰残委泥土，双枝荣耀植天庭。

定知玄象今春后，柳宿光中添两星。

（三）二十四节气

于尹彤《南至日太史登台出云物》——冬至诗：

至日行时令，登台约礼文。官称伯赵氏，色辨五方云。

昼漏听初发，阳光望渐分。司天为岁备，持简出人群。

伯赵氏，少昊挚为鸟师，而鸟名伯劳。《左传》昭公十七年载："挚之立也，凤鸟适至，故纪于鸟，为鸟师而鸟名，凤鸟氏历正也。玄鸟氏司分者也，伯赵（劳）氏司至者也，青鸟氏司启者也，丹鸟氏司闭者也。"此鸟以夏至来而冬至去，故以名官使之主夏、冬至。

权德舆《夏至日作》——夏至诗：

璇玑无停运，四序相错行。

寄言赫曦景，分日一阴生。

赫曦，光明盛大的意思。

冷朝阳《立春》诗：

玉律传佳节，青阳应北辰。土牛呈岁稔，采燕表年春。

腊尽星回次，寒余月建寅。风光行处好，云物望中新。

青阳，为春天。回次，腊月过后，与去年相同的星象又出现。月建寅，斗柄回寅，月份更始。



陈昂《立秋夜作》诗：

是夜秋相见，律归夷则中。

草心蒙白露，衣领受凉风。

夷则，《史记·律书》：七月，律中夷则；夷则，言阴气之贼(则)万物。

(四)杂节

杜甫《牵牛织女》——七夕诗：

牵牛出河西，织女处其东。

万古永相望，七夕谁见同。

神光意难候，此事终蒙胧。

飒然精灵合，何必秋遂通。

按：现今织女在天河西，牛郎在天河东，而古记载则相反，可见七夕故事起源极久远，由于岁差原因，南北极变动致使天河投影走向不同于现今，而产生织女河东牛郎河西。

刘禹锡《早秋集贤院即事》——三伏诗：

金数已三伏，火星正西流。

树含秋霜晓，阁倚碧天秋。

灰管应新律，铜壶添夜筹。

商飚从朔塞，爽风入神州。

灰管，《晋书·律历志》："又叶时日于晷度，效地气于灰管，故阴阳和则景至，律气应则灰飞。"

(五)历法

倪元璐《皇极门颁历作》诗：

凤阙开彤旭，猊炉散紫烟。

六阶齐度纬，七政转玑璇。

甲历龙臃改，寅宾象魏悬。

明时功在革，资始义承乾。

甲历龙臃，指用甲子记载的日月五星起始历元。寅宾，《书经·尧典》："分命羲仲宅嵎夷，曰旸谷，寅宾出日，平秩东作"；寅宾谓春分朝日。泛指历书呈式。六阶，似与六合，即天地四时同义。

罗让《闰月定四时》诗：

月闰随寒暑，畴咨定职司。

余分将考日，积算自成时。
律候行宜表，阴阳运不欺。
气薰灰琯验，数扐卦辞推。
六历文明序，三年步暗移。
当知岁功立，唯是奉无私。

（六）漏刻

张少博《尚书郎上直闻春漏》诗：
建礼含香处，重城待漏长。
徐声传凤阙，晓唱辨鸡人。
银箭听将尽，铜壶漏更新。
催筹当五夜，移刻及三春。
鸡人，官名。周礼春官属员，大祭祀夜呼旦以警起百官。
崔液《上元灯节》诗：
玉漏铜壶且莫催，铁关金锁彻夜开。
谁家见月能闲坐，何处闻灯不见来。

（七）分野

武元衡《送冯谏议赴河北宣慰》诗：
汉代衣冠盛，尧年雨露多。
恩荣辞紫禁，冰雪渡黄河。
待诏孤城启，宣风万岁和。
今宵燕分野，应见使星过。
清乾隆弘历《泰山不让土壤》诗：
分野奎娄次，降祥齐鲁封。
三公崇视秩，五岳卓为宗。

（八）先贤星名

僧皎然《问天》——傅说诗：
天公何时有，谈者皆不经。
谁道贤人死，今为傅说星。
傅说，乃商代奴隶。当时的奴隶主武丁待他很好，托言梦见先王荐贤，派人在傅岩地方找到他，替他解脱奴隶身份，破格用为相国，三年国乃大治，死后成为天上





的天策，即傅说星。

韩愈《驽骥》——王良造父诗：

问谁能为御，旷世不可求。

惟昔穆天子，乘之极遐游。

王良执其辔，造父挟其辀。

辀，古代大车左右两木直而平者叫辕；小车居中一木曲而上者叫辀。

(九)天河

萨都剌《三衢马太守昂夫索题烂柯山石桥》诗：

乌鹊横空秋有影，银河垂地水无波。

遥知题柱凌云客，天近应闻织女梭。

隋炀帝杨广《月夜观星》诗：

觜参犹可识，牛女尚分明。

更移斗柄转，夜久天河横。

(十)观星台

潘果《观星台》诗：

太虚茫茫显吐精，仰观何托观群星。

三垣高居列宿拱，七曜以次升天庭。

观星之台自此筑，古磬森立交峥嵘。

吐吞日月孕精气，异彩焕发坚光凝。

李山甫《司天台》诗：

拂云朱栏捧昭回，静对铜浑水镜开。

太史只知频奏瑞，苍生无计可防灾。

景公进德星曾退，汉帝推诚日为回[1]。

何事旷官全不语，好天良月锁云台。



① 景公，指宋景公。此典故事出见第二章。

汉帝推诚日为回，见《史记》卷十："汉孝文帝二年十一月晦，日有食之。十二月望，日又食。上曰：朕闻之，天生蒸民，为之置君以养治之。人主不德，布政不均，则天示之以菑，以诫不治。乃十一月晦，日有食之，适见于天，菑孰大焉。朕获保宗庙，以微眇之身，托于兆民君王之上，天下治乱，在朕一人，惟二三执政犹吾股肱也。朕下不能理育群生，上以累三光之明，其不德大矣。令至，共悉思朕之过失，及知见思之所不及，匄以告朕，及举贤良方正能直言极谏者，以匡朕之不逮。"所谓推诚，即指此。日食，本应在朔，但当时发生在晦，历法推算不准，早一天。故曰日为回。

第四节　中国医学中的天文教育

中国医学中涉及不少古代天文学内容。《黄帝内经》是我国古代著名医学论著，其基本看法认为：人体结构是自然界的一部分，自然界发展变化的一般原则，也为人的生理进程所遵循。天地人的整体观念，古代朴素的辩证法如阴阳消长和五行之间生克制化等观点，都用来分析自然界对人体的影响，以及研究健康及疾病之间的转化关系。

阴阳，是中国古代哲学范畴。人们通过对矛盾现象的观察，逐步把矛盾现象上升为阴阳的观念，用阴阳二气的消长来解释事物的变化。中医学就是运用阴阳对立统一的观点来阐述人体生命活动同外界环境之间的复杂关系。阴阳对立统一关系的失衡，导致人体疾病的发生。

五行学说，运用木、火、土、金、水等五个哲学范畴，来概括客观世界中的不同事物属性，并用相生相克的动态模式，来说明人体五脏六腑间的功能联系，以及失衡时疾病发生的机理。

运气学说，又称五运六气学说，则是研究自然界中天文、气象、物候等因素对人体健康与疾病的影响，五运即为木运、火运、土运、金运和水运，指自然界一年中的春、夏、长夏、秋、冬的季候循环。六气则指一年中风、寒、暑、湿、燥、火六种气候因子。运气学说根据天文历法参数，推测年度气候变化与疾病发生的规律。在极其漫长的历史年代中，中国医学积累了丰富的实践经验，精辟医理见于典籍者，卷帙甚为浩繁，而师承润泽，悬壶济世；天文学的一些原理，亦蕴藏于祖国医学之中，代代相传，汇成中国传统医学伟大宝库。



一、《内经》中的天地宇宙观

《内经》[①]的天地宇宙观，虽然很朴素，但有一定的根据，称宇宙为太虚。《阴阳应象大论》认为："天地者，万物之上下也。"《五运行大论》称："地为人之下，太虚之中者也。冯乎？大气举之也。"说明地位于太虚之中，依靠天气承托。大气是宇宙的本元，分为阴气和阳气。积阳为天，积阴为地。《五元纪大论》指出："寒、暑、燥、湿、风、火，天之阴阳也，三阴三阳[②]上奉之；木、火、土、金、水，地之阴阳也。生、长、化、收、藏下应之。"《六微旨大论》认为："三阴三阳为标，而太虚大气的六化即寒、

① 《黄帝内经》，作者已难考证，共18卷，162篇。由《素问》、《灵枢》组成。唐太仆令王冰曾作注释、补订。

② 三阴：厥阴、少阴、太阴；三阳：少阳、阳明、太阳。



暑、燥、湿、风、火为本。"

二、关于日、月及其视运行

《内经》认为：附着于天的太阳和月亮，分别是由阳气和阴气组成的。《阴阳离合大论》称："天为阳，地为阴；日为阳，月为阴，大小月三百六十日成一岁。"明确指出太阳和月亮在天空运行，形成年和月的周期。

《内经·六节藏象大论》载有黄帝与岐伯的对话，十分精辟：

> 黄帝问：余闻天以六六之节以成一岁，人以九九制会，计人亦有三百六十五节以为天地久矣，不知其所谓也？
>
> 岐伯对曰：昭乎哉问也，请遂言之。夫六六之节、九九制会者，所以正天之度，气之数也。天度者，所以制日月之行也，气数者，所以纪化生之用也。
>
> 天为阳，地为阴；日为阳，月为阴；行有分纪，周有道理。日行一度，月行十三度而有奇焉，故大小月，三百六十五日而成岁，积气余而盈闰矣。
>
> 立端于始，表正于中，推余于中，而天度毕矣。
>
> 帝曰：余已闻天度矣，愿闻气数何以合之？
>
> 岐伯曰：天以六六为节，地以九九制会，天有十日，日六竟而周甲，甲六复而终岁，三百六十日法也。夫自古通天者，生之本，本于阴阳，其气九州九窍，皆通乎天气，故其生五，其气三，三而成天，三而成地，三而成人，三而三之，合则为九，九分为九野，九野为九藏[1]，故形藏四、神藏五，合为九藏以应之也。

《内经》中还记述一年中的八个节气。《阴阳应象大论》称："天有精，地有八纪，地有五里，故能为万物之父母。"这里的八纪是指春秋二立二分，冬、二分；五里是指东西南北中五方。

正由于天有八季节气候的差别，地有五方物候的不同，这样就有天地合气，别为九野，分为四时，月有大小，日有短长，万物并至的生生不息。

应用于中医学病理则有：太阳在黄道上八个不同位置，相应于地上气候有所不同，对人体生理的影响亦随之而异。《八正神明大论》认为："八正所以候八风之虚邪，四时者所以分春秋冬夏之气以时调之也。"

太阳在二分二至时，以中医学气数的术语来叙述，则有《至真要大论》所称："气至之为至，气分之为分，至则气同，分则气异，所谓天地之正纪也。"这里的气，就是

---

[1] 九藏，指人的分为九脏，即四个形脏，五个神脏，合为九脏。与天的"六六之数"相应。

三阴三阳所奉的风、火、暑、湿、燥、寒六气；亦就是说冬、夏二至时，气到达最兴盛；而在春、秋二分时，气就有明显变异。

三、月亮运行的生理征应

《内经》提到月亮盈亏与人体生理现象相关。《八正神明大论》称："先知日之寒温、月之盛虚，以候气之浮沉而调之于身，观其立有验也。"并且说："月始生则血气始精，卫气始行；月廓满则血气实，肌肉坚；月廓空则肌肉减，经络虚。"这里所说的月始生，月廓满，月廓空是指月相盈虚的变化。那么月相盈虚与血气、经络的相关，又可从《灵枢·岁露论》中得到解释："人与天地相参也，与日月相应也。故月满则海水西盛，人血气积，肌肉充，皮肤致……至其月廓空，则海水东盛，人气血虚……"《八正神明大论》亦称："月生无写，月满无补，月廓空无治，是谓得时而调之。"这是指古代中医疗法，当月初生的时候，不要用泻法，月圆的时候，不要用补法，在月晦时不要进行治疗，这才能够顺应天时而调养血气。这亦就是古代祖国医学中朴素的关于月亮运行的生理征应的见解。

四、五运六气的诠释

(一)干支

是中国古代用来记叙年、月、日、时和方位的符号，从早期的古六历演用到现时的农历。干支在运用于中医时，与医学的阴阳五行学说紧密相配合。天干属阳，地支属阴。分开来说，天干、地支又可再分阴和阳；单数为阳，双数为阴。



阳天干：甲、丙、戊、庚、壬。阳地支：子、寅、辰、午、申、戌。

阴天干：乙、丁、己、辛、癸。阴地支：丑、卯、巳、未、酉、亥。

天干地支相配是：阳干配阳支；阴干配阴支。

天干配五行：甲乙配于木，丙丁配于火，戊己配于土，庚辛配于金，壬癸配于水。

地支配五行：寅卯配于木，巳午配于火，申酉配于金，亥子配于水，辰戌丑未配于土。

(二)五运

木运，火运，土运，金运，水运，称为五运。指自然界五行之气的运动。宋代医学家刘温舒在《运动论奥谚解》称："运之为言动也。"《内经素问·天元纪大论》说：甲己之岁，土运统之；乙庚之岁，金运统之；丙辛之岁，水运统之；丁壬之岁，木运统



之;戊癸之岁,火运统之。此外还规定了主管每年全年气候变化的岁运,称为"大运"①,以及分司一年五个运季的主运和客运。

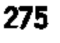
主运指每年气候的一般常规变化。全年分作五步运行,即五个运季。从木运开始,历经火运、土运、金运、水运。按五行相生的先后运行,每步运各主 73 日零 5 刻(以一天为 100 刻)。每年木运的起运都开始于大寒这一天,岁岁如此。各运的特点与五行的特性相一致,在各运季主事时,其气候变化和人体脏腑的变化也就表现出与它相关的五行属性。

客运指每个运季中的特殊变化,每年的客运亦分木、火、土、金、水五运;各运特点亦与五行特点一致。客运的推算是在每年"值年"大运的基础上进行的。每年的"值年"大运,就是当年客运的初运。客运的初运次序按当年"大运"确定后,以下就按木、火、土、金、水五行相生次序类推。其岁天干与五运标相关如下(表 3—1):

表 3—1 岁天干与五运标对照

岁天干	丁 壬	戊 癸	甲 己	乙 庚	丙 辛
五运标	木 运	火 运	土 运	金 运	水 运

如天干逢丁,逢壬年的大运为木运。1987 年农历丁卯年,客运的初运便是木运,因而第二运是火运;火生土,第三运便是土运;土生金,第四运便是金运;金生水,第五运便是水运。又如公元 2000 年庚辰岁的"大运"是金运,那么,初运就是金运,然后类推第二运则为水运,第三运便是木运等。



(三)六气

十二支与五行相配,在运气学说中也有所发展。这就是以十二支配三阴三阳六气。阴和阳本身都可按所含阴气、阳气的多少,而区分为三。这样,三阴由少到多就是厥阴,少阴,太阴;三阳由少到多则为少阳,阳明,太阳。三阴三阳与六气搭配则为:厥阴风木,少阴君火,少阳相火,太阴湿土,阳明燥金,太阳寒水。每年的六气一般分为主气与客气。主气用以述常,客气用以测变。

(1)主气。主气和主运的意义基本相同,也是指每年各个季节气候的一般常规变化。其推算方法是把一年廿四节气分属于六气六步之中,从每年大寒日开始,按

---

① 大运有太过和不及之分,太过即主岁的岁运旺盛而有余,不及即衰少而不足。阳干:甲、丙、戊、庚、壬均主太过之年;阴干:乙、丁、己、辛、癸均主不及之年的岁运。

木、火、土、金、水五行相生次序推移，每一步为 60 天又 87 刻半，其次序为：初气厥阴风木，第二气少阴君火，第三气少阳相火，第四气太阴湿土，第五气阳明燥金，第六气太阳寒水。

(2)客气。客气是各年气候上的异常变化。客气同主气一样，亦分为风木、君火、相火、湿土、燥金、寒水六种，其五行特点，与主气一样。

所不同的是：主气只管每年的各个节序，而客气除了主管每年的各个节序外，还可概括全年。客气亦分六步，每步亦是 60 天 87 刻半。其中主管每年上半年和全年的客气叫"司天之气"，为第三步，即第三气。主管每年下半年的客气称"在泉之气"，为第六步，即第六气。

这六步气的次序是从阴阳先后次序，和由小到大来排定的，即先三阴，后三阳，简称为厥阴、少阴、太阴，少阳、阳明、太阳。每年司天之气，是由年支决定的，其对应关系见下表 3－2。

表 3—2　岁地支与六气标对照

岁地支	子 午	丑 未	寅 申	卯 酉	辰 戌	巳 亥
六气标	少 阴	太 阴	少 阳	阳 明	太 阳	厥 阴

也就是：逢子，逢午之年，是少阴君火之气司天。逢丑、逢未之年，是太阴湿土之气司天等。其余各气随之相应变动移位。客气起作用的变动，由具体年份而定，重要的不是第一气，而是第三气和第六气，其中尤以司天之气最为重要，它代表了本年的特征性气候。例如：1980 年为庚申年，年地支为申，司天之气为少阳。1990 年为庚午年，年地支为午，司天之气为少阴，2000 年为庚辰年，年地支为辰，司天之气为太阳，等等。

由此，我们似乎可以得出古代中医学的天地之间气数关系的模式。

地六气的顺序为恒定，即每年都是六步，从春分开始少阴，然后是太阴[①]，少阳、阳明、太阳、厥阴。这可称主气。

天六气虽然次序不变，但什么时候什么气起作用，却不是每年恒定。例如：1980 年天气第一步起作用是少阴，1990 年的第一步起作用的是太阳，而 2000 年的第一步气则是少阳。对地而言，天气也称"客气"。

---

① 《内经・六微旨天论》："显明之右，君火之位也，君火之右，退行一步，相火治之，复行一步，土气治之……"相火为少阳，土气为湿土，为太阴。次序有所不同。



客气的每年交易，按《内经》认为："应天之气，动而不息"，"应地之气，静而守位"。这就是遵循天地之间寒暑节令互相对应的关系。

五、五运六气的历理

《内经》将人体生理现象与气候时令联系相关，以天地阴阳、五运六气理论加以解释，这很自然地建立日、月视行、物候与人体生理和病理现象的对应周期关系。在其中包含了历法的机理，虽然不能等同于天文历法，但已具备一些历法因素，从宏观上说，称为医学候象历或许能表征其独特见解。我们将其结构加以叙述，并作分析。

(一)年月日制

《内经》所采用回归年长度，与古代四分历相同，以 $365\frac{1}{4}$ 日为一年。虽因其用阴阳学说，因而解释与历法不同[①]，但年长相一致。

《内经》采用以干支为基础的六十日为计算单位的方法，循环六次，差不多等于一回归年，运算甚为方便。然而，中医学毕竟是记述气候、物候变化，故此，以六十干支方法，结合日、月运行，推理出六气应六节的相关，这可以说是天文历法的另一种形式。

在一回归年中，分为三阳三阴的六步气，每步为 60 天 87.5 刻，这相等于把一年分为六个特殊的"季节"区段。而在这意义下各"季节"的起点，可以由春分为少阴君火，作为零点来推求。

《内经》中的月，又是如何规定的。虽然叙述不多，因其只重视太阳视运行，可见其属太阳历，但是，亦有关于月的记述：



《六微旨大论》中载："帝曰：六气应五行之变何如？岐伯曰：位有始终，气有初中，上下不同，求之亦异也。"这里的气有初中，指一气的 60 日 87.5 刻，又分初、中二气，每气为 30 日 $43\frac{3}{4}$ 刻。可知六步又分为十二步气，亦即六季又分十二个区段，每区段为 30 日 $\frac{3}{4}$ 刻；这是朔望月的另一种形式。那么，历法上的月完全可以不顾及吗？亦不然。我们再来看《六元正纪大论》所载："上下交互、气交主之，岁纪毕矣，故曰位明气月可知乎，所谓气也。"又称："夫六气者行有次，止有位，故常以正月

① 《内经》认为："天"是阳气的累积，运转很快，而太阳虽亦为阳，但有形，比"天"运转为慢。"天"一昼夜行经一周超过太阳一度，累积至 $365\frac{1}{4}$ 度。"天"就整超过太阳一周天，历一年的时间。

朔平旦，视之，睹其位，而知其所在矣。”可见历法中的月，在中医学理论中，仍为其依循参照。可以说这是特殊的历理。

(二)时刻制度

《内经》中采用的时刻制度为每天100刻，这明显是天文学上漏刻制，而被用于五运六气中，作为探索人体生理和病理进程的测量手段。

《八正神明大论》中王冰注解称：“周天二十八宿，三十六分，人气行一周天，凡一千八分，周身十六丈二尺以应二十八宿，合漏水百刻，都行八百一十丈，以分昼夜也。”明确认为：每天血气行人体50周。

《平人气象大论》说：“人一呼脉再动，一吸脉亦再动，呼吸定息脉五动，闰以太息，命曰平人，平人者不病也。”《内经》在讨论太阳周日视行时，认为太阳在一昼夜中运行二十八宿一周，每经一宿，人呼吸486次，次亦称息，故此人一天有13608次呼吸；故此每刻呼吸136次，而呼吸一次脉搏跳动5下，因而每刻跳动680次。从而可计算出脉搏一动之时间不低于1秒[①]。因而可见《内经》已经用脉动和呼吸的频率，来作为短时间周期单位，具有秒的数量级。这种时间单位不是偶然的，它在人体科学和天体运行之间建立了关系。中医学的计量是很有根据，亦是最前沿，为期最早的。

(三)关于春分起始点

《内经》有把主气之序是从春分开始起作用的少阴开始的内涵；这是从主气对应于物候气象来考虑的。《内经》把厥阴风木作为第一步气；《六节藏象大论》称：“求其至者，气至之时也。”又说：“求其至也，皆归始春。”始春，就是指在立春之日，春为四时之首，故候气者皆归于立春前之日。王冰为作更明确注解为：“凡气之至，皆谓立春前十五日，乃候之初也。”这是天之气的第一步，与地六气的选定春分少阴君火为起始点，有何关系呢？



从数学计算角度来看，春分有特殊位置；如果由它往前推60天87.5刻，就得大寒为第一气的季节；如往后转到下一步气，经历91天多就到夏至这季节的中点，即少阳暑相火，所谓第三气。正好证实前面所说的“气至之为至”，亦就是“司天之气”。再推算至第六气的中点位置，那就是“在泉之气”，为冬至点的顶点。这或许是选定春分为起始点的一个充分理由。

《天元纪大论》明确指出：“少阴所谓标也，厥阴所谓终也。”标，有上首，也有识

---

① 现代天文学得出：每天86400秒。



别的意义。那么，不妨这样认为：如果把《五运六气》当成历书的话，春分便是岁首。

(四)关于积盈百刻

《六微旨大论》称："甲子之岁，初之气天数始于水下一刻，终于八十七刻半；二之气始于八十七刻六分，终于七十五刻；三之气始于七十六刻，终于六十二刻半；四之气始于六十二刻六分，终于五十刻；五之气始于五十一刻，终于三十七刻半；六之气始于三十七刻六分，终于二十五刻，所谓初六，天之数也；乙丑岁初之气，天数始于二十六刻……"

又称："日行一周，天气始于一刻；日行再周，天气始于二十六刻；日行三周，天气始于五十一刻；日行四周，天气始于七十六刻；日行五周，天气复始于一刻，所谓一纪也。"

可见四个为一纪，共历 24 步，故有 365.25×4＝24×60.875＝1461(日)；一纪的日数是整数，积盈百刻而成一整天。

(五)关于大周期

《六微旨大论》称："天以六为节，地以五为制，周天气者六期为一备，终地纪者五岁为一周"。五岁，是指每五年历经五行一周；六期，是指"司天"，"在泉"之气六年轮转一圈，因而六年内物候的变异就备历各态，所以称为一备。

《天元纪大论》亦称："所以知天地之阴阳者，应天之气，动而不息，故五岁而右迁；应地之气，静而守位，故六期而环会。"

实际上，此两者的组态，还存在三十年的周期。我们再为引申讨论。

《天元纪大论》称："君火以明，相火以位，五六相合而七百二十气为一纪，凡三十岁，千四百四十气而为一周，不及太过，斯皆见矣。"因为五年一周，共有一百二十气；而六年一备，共有百四十四气。此两者的最小公倍数为七百二十，故此说：七百二十气为一纪[①]，为三十年。再倍之得一千四百四十气，为六十年一周。在这六十年中，气和运相协调，经历了全部天气、物候、生理、病异的各种可能的周期变化。



那么，三十年一纪的周期能历经这种诸态吗？这是不可能的！

因为，五运有阴阳之分，如土主甲己，甲是阳土，己是阴土等，所以五、六相合的三十年，只有阳的五运或阴的五年，阳运是太过，阴运为不及，因而三十年就不能遍见太过和不及，只有经历六十年，才能符合阴阳五行的组合排列次序。

清朝中医家陆懋修在其《世补斋医书》中，还提出六气大周天论，主张天时气候

---

① 注意：这里的纪与前面《六微旨大论》中的纪，定义不同。

变化为三十年为一纪，六十年为一周，三百六十年为一大运，三千六百年为一大周。

（六）太过和不及的意义

大运，有太过和不及之分，是什么意义呢？这虽然是中医学内容，但却有天文和物候征兆。中医学理论，所谓太过，是运本身的气胜。由于本身气胜，虽遇到克我之气而不能胜我，我则能与胜我之气齐平，后世称为“齐化”。而所谓不及，是运本身的气衰，由于本身气衰，更不能抵御克制之气，则胜我者，我衰来兼其化，后世称为“兼化”。

《六元正纪大论》称：“凡此太阳司天之政，气化运行先天，天气阳，地气静，寒临太虚，阳气不令。凡此阳明司天之政，气化运行后天，天气阴，地气阳，阳专其令，炎暑大行。”

这实质上是气候与时令的差异。王冰的解释是：“如春温应始于正月，但迟至二月始见，亦即始于仲春而盛于季月。”太过为进，不及为迟。太过就是气令提前十五日有余开始，也提前十五日有余结束；不及是气令推迟十五日有余开始，也延迟十五日有余结束，这样前后出入差三十日有余。这个差异事实的提出和建立，可以说明五运六气理论注意实际物候时令，是比较严谨的实践总结。

《内经》是一部充满医学唯物论思想的著作，重实践，而排斥巫医的鬼神致病观点。重视综合分析疾病与人体素质的不同，地域以及时令相关，确有所长。但是阴阳五行毕竟是一种古朴的哲学思想，必然有不尽善之处，这已为长期的实践所增益，而其与天文因素关联，这亦已为实践所证实。

第五节　我国古代航海的天文教育

我国古代航海发展较早，史载西周、春秋战国时期，已有与邻国海上交通的传说纪事。《史记·秦始皇本纪》载：“秦始皇东巡山东，并遣徐市率童男女数千人入海。”这是我国的一次大规模海上航行。

汉朝是我国航运相当发达的朝代。当时，北起渤海，南至两广一带的海上交通线，已经全部通航。海外交通不仅开辟通往日本的航线，而且已经沟通了太平洋和印度洋的海上通道。也就在这个时候，中国船队首次出现在印度洋上。

西汉时期，黎轩（罗马帝国，亦是大秦）是西方大国，物产非常丰富。东方的汉帝国和西方的黎轩国都想建立起直接的贸易关系，由于陆路未能畅通，于是，导致开辟从太平洋进入印度洋的海路渠道。

当时，我国海上对外通商的都会设在广东番禺。出海时，从徐闻，合浦扬帆，沿



北部湾西岸和越南沿岸航行，绕过越南最南部，沿暹罗湾沿岸，顺着马来半岛海岸南下，进入马六甲海峡，经过这样 5 个月的航行，到达都元国[①]；再从都元国绕航，沿马来半岛西海岸北上，航行 4 个月，到达邑卢没国[②]，从这里沿缅甸西海岸，向西北方向航行 20 多天，到达谌离国[③]，从这里，船队再沿印度东岸向西南航行，两个月后，到达黄支国[④]，最后由黄支国向南航行到达已程不国[⑤]。

而黎轩国的商人则由红海坐船进入印度洋。他们沿阿拉伯湾航行到达印度南部。这样，一条完整的航线由两国共同完成。汉朝和黎轩国终于能够直接进行贸易了。

这条海上通道的远航，往返一次需要 28 个月，航程达数万千米。我国远航印度洋，从记载的史料来看，以这为最早，这是我国航海事业的一个创举。那时船上还没有指南针，只能沿岸航行，利用岸上的目标来作为导航的标志。到了晚上，航行员们就利用星辰来辨别方向，继续前进。我国到了汉朝，天文学已很进步，海员们利用天体导航，已经是十分平常的事情。《汉书·艺文志天文类》中就记载着用来导航和占候的天文书有：

《海上星占验》　十二卷

《海中五星经杂事》　二十二卷

《海中五星顺逆》　二十八卷

《海中廿八宿国分》　二十八卷

《海中廿八宿臣分》　二十八卷

《海中日月彗虹杂占》　十八卷

总计一百三十六卷之多，这表示：汉朝我国已经能利用天体导航，这也是当时能够远航印度洋的一个重要的原因，在当时，确是先进的[⑥]。



西汉不仅建立了印度洋的海上通道，对日本的海上交往也更多，两国使臣常有往来。到东汉时交往更加频繁。1784 年，日本九州出土一颗刻有“汉倭奴国王”的中国印，据考证，这颗印就是汉光武帝给倭奴王的。近年来，日本曾陆续出土我国汉朝的铜镜、铜剑等文物，充分说明汉朝同日本海上交通的频繁。

---

① 今印度尼西亚苏门答腊西北巴赛河附近。

② 今缅甸南部萨尔温江入海口附近。

③ 今缅甸蒲甘城附近。

④ 今印度南部。

⑤ 今斯里兰卡。

⑥ 民间的远航，可能比官方要早。张骞第一次出使西域时，在大夏国看到中国四川的土产蜀布和邛竹杖，经询问才知道是从印度买来的。而当时蜀郡到印度除了有一条陆上通道外，还有一条江海联运的水上通道。这就是：沿长江进湘江，通过灵渠到达番禺，然后出海远航印度。《盐铁论》中也有关于运四川物品到南海一带贸易的记载。

三国时期的东吴，航海事业亦很发达。公元230年，孙权命将军卫温、诸葛直组织了一支万人的船队，浮海求亶州和夷洲，前者可能是今吕宋岛一带；夷洲可能就是台湾。

航行最远的，要算黄武五年(226)至黄龙三年(231)，孙权派朱应、康泰出使扶南(柬埔寨)、林邑及南洋群岛诸国。林邑即今越南中部，是扶南的属国。船队胜利地完成任务，所经过及传闻有百数十国，建立友谊，恢复关系。朱应和康泰两人回国后，把见闻写成书。朱应写了《扶南异物志》，康泰撰《外国传》[①]。

三国是我国航海史上的一个重要时期，不仅表现为航海规模巨大，而且次数多，活动范围广，北起辽东、朝鲜，南到东南亚各国。如此频繁地大规模航海，表示航海技术已经前进到较佳的程度。

东晋的法显西行，亦是我国航海史上的重要事件。法显，俗姓龚，今山西临汾县人。他于东晋隆安三年(399)三月，时年已60余岁，与同行僧人10人，从长安出发，越河西走廊，到张掖，过敦煌以西沙漠到达焉夷，今新疆焉耆回族自治县附近；再向西穿过塔克拉玛干大沙漠到达于阗。然后穿越葱岭、巴基斯坦、阿富汗、尼泊尔，遍游西、北、中、东印度。这一段是陆路。此后为海上航行。

他由多摩梨帝(今加尔各答)，乘商人大船，泛海西南行，历十四昼夜至狮子国(今斯里兰卡)居留两年，开始返回祖国，"载商人大船，上可有二百余人"，大风昼夜行13天，到一岛边，史载其："经短期休整后，继续航行，大海弥漫无边，不识东西，唯望日月星辰而进，若阴雨时，为遂风去亦无准。当夜暗时，但见大浪相搏，晃然火色……若是九十日许，乃到一国名耶婆提(今爪哇或苏门答腊)"；停留了五个月。

之后，复随其他商人，大船上亦200多人，约航行三个月，到达山东崂山，再由陆路到了建康，时已是义熙九年(413)了。前后远游历经15年之久。

法显回国之后，于公元414年写其沿途见闻一书，名《佛国志》，是我国记述中亚、印度洲、孟加拉湾、南海航行的著作。书中第一次明确提出和记载了"信风"的概念。

远在公元1世纪佛教就传人我国，佛教徒出于宗教的向往，出现了不少长途跋涉的旅行家。据学者研究，齐永元元年(499)至宋大明二年(458)间，荆州慧深和尚与罽宾国[②]比丘五人，经倭国(日本)，文身国(日本北海道虾夷地方)，大汉国(堪察加)到扶桑国(北美墨西哥)。他们根据古墨西哥的扶桑木(龙舌兰)、象形文字、社会风俗与宗教信仰，提出了中国人首先航海到达新大陆的许多依据。这是一个航海与地理发现的问题，尚有待研究，但亦不排斥其为真实。

---

① 见《航运史话》上海科技出版社1978年第91页。

② 位于今印度与中国接壤处。



我国航海事业的兴旺时期，唐朝丝绸之路的开通，应占有历史地位。这是因为，唐朝经济的发达，为进一步开拓海外贸易，发展运输和开辟远洋航线奠定了物质基础。造船业的发达和航海技术的先进，使开辟丝绸之路有了现实的可能。

丝绸之路从广州出发，经过珠江口万山群岛、海南岛东北角、越南东海岸、新加坡海峡、马六甲海峡。由此处如往南，则经苏门答腊东南部至爪哇；往西，则出马六甲海峡，经尼科巴群岛到斯里兰卡。然后沿印度半岛西海岸，到卡拉奇。在此再可分二条航线：一条经过霍莫兹海峡，进入波斯湾，沿东岸到达幼发拉底河口阿巴丹和巴士拉。另一条则可到达更往西面的波斯湾西岸，出霍莫兹海峡，经阿曼湾北岸的苏哈尔和也门民主人民共和国境内的席赫尔到亚丁附近。这是当时沟通亚非两洲的远洋航线，也是当时世界上最长的一条远洋航线。

意大利学者菲勒在《中世纪的中国与非洲》一书中称："中国大约从公元 600 年开始，就建造了具有五层甲板大吨位的帆船。中国帆船的体积很大，抗风浪的能力很强。"

阿拉伯人苏莱曼，在《印度——中国游记》书中亦写着："唐朝的中国帆船由于体积很大，吃水太深，不能直接进入幼发拉底河口，只好将货物运到西拉夫，然后再换船运入幼发拉底河口，经陆地转运到阿拉伯帝国阿拔斯王朝的首府缚达城，即现今伊拉克首都巴格达；或者换船通过红海运到埃及。"

唐朝，我国沿着海上丝绸之路西去的船只，多数从广州启航，亦有从扬州、泉州出海。而西方来中国进行贸易的船舶，也都在这些港口转运。唐朝，"在广州设市舶使……掌海舶征榷贸易之事"。

这条航线的终点是波斯湾的各港口，像希尔、乌剌、西拉夫、巴士拉等，中国运往西方的货物通过这些港口再转运入幼发拉底河。8 世纪中期，缚达城市场中，就有中国的瓷器、丝绸等商品；此外，还有中国的技术工匠。同样，我国通过丝绸之路吸取西非和非洲先进文化。

宋朝的航海亦有很大发展，是首先将指南针应用于航海的国家。指南针使航海事业得到划时代的进展。宋朝朱彧著的《萍州可谈》是现存世界最早记录指南针应用于航海的文献。书中记载了远洋航行：夜则观星，昼则观日，阴晦观指南针。此后，《宣和奉使高丽图经》一书，宋徐竞所著，书中亦称："是夜，洋中不可住，唯视星斗前迈。若晦冥，则用指南浮针，以揆南北。"南宋吴自牧著《梦粱录》，亦记载："但海洋近山礁则水浅，撞礁必坏船，全凭指南针，或有少差，即葬鱼腹"。又称："观海洋中日出日人，则知阴阳。"

成书于淳熙五年(1178)的《岭外代答》一书为周去非所著，记录了南海一些岛屿及东南亚、南洋群岛、南亚、西亚，远至非洲的马达加斯加岛一带东非海岸和欧洲

西班牙一带的有关航海文献。成书于宝庆元年(1225)的《诸蕃志》,赵汝适所著,书中记录了今索马里、桑给巴尔、埃及和亚历山大港的内容;东自日本、西至北非摩洛哥的航行见闻,是远洋交通文献。原书已佚,今本从《永乐大典》辑出。

宋朝指南针的应用,改变了以往只能沿海岸或离开海岸不远范围航行,而一跃成为可以横越大海中部,因此说,海针的使用是航海史上划时代的进步。

元朝的航海记录,今存的有汪大渊的《岛夷志略》,作者江西南昌人,生于元武宗至大四年(1311)。他于 19 岁时,出海至大佛山(今斯里兰卡西岸),五年后回国。26 岁时第二次航海,曾到达菲律宾群岛、东印度群岛及越南、马来西亚等地。又经马六甲海峡到达孟加拉、斯里兰卡、印度海岸并深入波斯湾沿岸,直到美索不达米亚今摩苏尔一带。又循阿拉伯半岛进入红海,到达麦加,最远到达非洲海岸。他于 1339 年返国,于 1349 年写成《岛夷志略》,是航海的宝贵文献。

元朝的《大德南海志》一书,由陈大震撰。他在宋亡后入元,任广东儒学提举;与吕桂孙等合著该书。今存仅有卷六至卷十。其中七卷是"舶货"门,附《诸蕃国》,记录当时来南海通商的东西洋、中印半岛、印度半岛、阿拉伯半岛,以及非洲等地约 150 个国家地区、港口和统属关系。《大德南海志》残本也是元代海路交通的重要文献。

明朝的航海事业,是极其辉煌的。永乐至宣德年间(1405～1433),在我国封建社会的航海史上,出现了一个高峰,其船队规模之大,航程之远,次数之频繁,所到国家之多,在当时世界上都是绝无仅有的,这就是举世闻名的郑和船队下西洋。

中国史书所称的西洋和东洋,实际是以南海为界。南海以东为东洋,以西则为西洋。西洋还包括印度洋及其沿岸国家,只是在 1497 年,欧洲人绕过好望角后,这种西洋的概念才有改变。

永乐三年(1405),第一次航行开始了。据史载:"最大的宝船长四十四丈,阔十八丈。"明尺比现在的市尺短些,但船体也是很可观的了。"体势巍然,巨无与敌,篷帆锚舵,非二三百人莫能举动"。还有的说,船上帆有 12 张之多。船队共有 62 艘这样的船。

船队的组织严密,设有领导机构,郑和以外,还有皇帝正式任命的副使 6 人;以及军机部负责军事领导;整个船队,有相当于现在船长职务的"火长",有舵工、水手、铁锚匠、办事、通事、班碇工、民艄和士兵共 20000 多人;其中还有 180 多名医官,他们不仅给船员治病,而且在收购药材时,还需他们鉴定。尤其需要指出的是其中还有阴阳官,阴阳生专管观测天象;有的书载:"观星斗阴阳官十员";"每一号船上面有三层天盘,每一层天盘里面摆着 24 名官军,日上看风看云,夜来观星观斗"。这样,天文观测定向和"针经图式",利用中国古老的导航仪器——水上浮针,



配合使用；船工们凭着它，依靠天文导航知识，终于战胜暴风怒涛，先后历经占城国、爪哇国、归港国到达马六甲半岛，穿过海峡分别前往斯里兰卡，最远到了古里国（今印度）。然后返航于永乐五年回国。

就在当年，船队第二次出使西洋，一直到永乐七年才回国。正巧，亦在同一年，又率船队第三次航行，永乐九年才胜利回来；每次都到达印度洋。第四次航行是在永乐十一年，这次航程大大超过以前三次，远达忽鲁谟斯（今伊朗），永乐十三年才回国。

永乐十五年秋季，第五次远航开始了。一路顺风，到了满剌加。船队分头活动，其中几队穿过马六甲海峡，到忽鲁谟斯和阿丹（今亚丁）；另一队向西挺进，经斯里兰卡，横渡印度洋，驶达木骨都束（今索马里摩加迪沙），然后，直驶非洲中部麻林地（今肯尼亚）。随后返航，于永乐十七年回国。这是最远的一次航行，随船队来中国的，还有许多外国使者。

第六次航行在永乐十九年，再次出使忽鲁谟斯等西洋国家。这次随航人员多达 27800 人。

第七次航行是在宣德六年（1431）十二月出发，宣德八年回来。主船队止于波斯湾，分船队到达红海等地。回国之时，郑和已 63 岁高龄，到第八次航行时，他已逝世。

第八次航行由副使王景弘率领，航程没有超出以前几次的范围。

郑和船队下西洋，是我国最早有实据可查的用海图进行的航海。我国海图的出现，一直可追溯到宋朝以前，但用于航海一直是无“实据”可查。郑和船队下西洋所用过的准确海图，却一直遗留到今天。在海图上，除了标明航向、岸杆和航线外，还准确地标明了距离①。

海上计程不比陆地，是一件困难工作，船在海上航行，很难计算所走过的航程，而我国古代的船工却有一种独特的计程方式，也就是既用时间又用速度的概念来计算航程。把一昼夜分为十更，而每更航行的里数则为常数。《海道针经》规定每更为 60 里。但它受着不同的风向和潮流的影响，有时多，有时少。把所行的更数乘上更的里数，就可求得两地之间的距离。



天文导航术在明朝已有新的发展，以前的航海，只是利用星辰来辨别方向，而从郑和船队遗留下来不多的材料和明朝的其他材料综合分析来看，中国船工已经

① 这几次航海路线，一般从江苏太仓港出发，经越南归仁附近的占城、爪哇、满剌加（马六甲）、苏门答腊、真腊（柬埔寨）、暹罗（泰国）、锡兰（斯里兰卡）、榜葛剌（孟加拉）、溜山（马尔代夫群岛）、柯枝（印度西岸柯钦）、忽鲁谟斯（伊朗霍尔木兹）、阿丹（亚丁）、天方（麦加）、木骨都束（非洲索马里摩加迪沙）、卜剌哇（索马里布腊瓦）、麻林（肯尼亚马林迪）、慢八撒（肯尼亚蒙巴萨）等地。他们多次往返于南海、印度洋、阿拉伯湾、红海间，到达 30 多个国家。规模之大，人员之多，航海时间之长，足迹之广，都是世界航海史上前所未有的壮举。

用星辰核定船位了。定位的方法大体上是这样的：在早晨或傍晚的某一个特定时刻[①]，这时利用一种简单的仪器，在同一时间内测出几颗，至少是三颗星，离海平面的高度，再根据"过洋牵星图"、"针经图式"等，就能够判断出自己的船是否航行在预定的航线上，如有偏差，立刻就能进行必要的修正。

每次远航，沿途都作了详实记录，现在茅元仪著的《武备志》中，还保存了郑和航海图。图中关于航向、航程、停泊处、暗礁的分布，都记录详细。还有一本航程中罗盘针所指方位的"鍼位编"，是当时的航海手册。此外还有当时随行人员马欢的《瀛涯胜览》和费信的《星槎胜览》等书[②]。

过洋牵星术

我国古代航行技术中有一种方法，叫做"过洋牵星"，相当于现在"天文导航"。到了明朝，船上虽普遍有指南针，但牵星术仍占重要位置。我国古代船工都能熟练掌握牵星术，用以观星的器具叫"牵星板"。

牵星板是用硬木做成的小正方形板，共十二块。最大的一块边长约是明尺七寸七分强，合今 24 厘米，叫十二指；次一块边长约 22 厘米，叫十一指；这样每块边长依次递减 2 厘米，分别叫十指，九指……到最小的一块每边的长只有 2 厘米，叫一指。木板的中心穿一根小绳子。这绳子的长度是自人眼到手执木板伸直的距离，约 72 厘米。使用时，左手拿着木板，右手牵着小绳子，眼睛顺着右手的绳端向木板上边缘瞄准星辰，而下边缘对准海平线，这样便可量出星辰的海平面高度。这时使用的木板是几指，这个星辰的高度就是这个指数(图 3—3)。



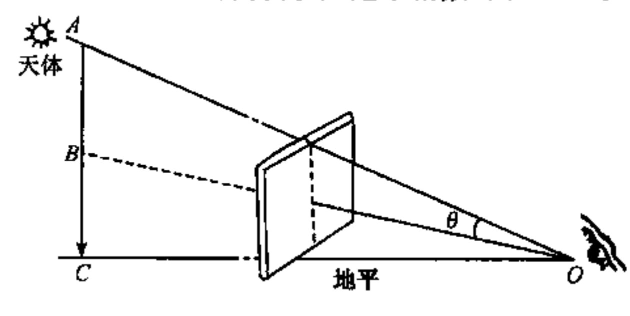


图 3—3　牵星板观星

① 在特定时刻，譬如说用太阳高度来掌握，作为参照。

② 马欢、浙江会稽(今绍兴)人，伊斯兰教徒，通晓阿拉伯语。他于公元 1409 年，经第四次、第五次和第六次随郑和远航。记录了亲身经历约 20 国的民情风俗，沿途路经、行船针向、风向等。于公元 1416 年写成此书。

费信，年 22 岁时，选往西洋，随郑和第二、第四和第七次出使西洋，历时共 22 年。到过 22 个国家，记录了行程经历见闻，写成该书。



已知到木板的距离是72厘米，每块木板的宽度又已知，这样就可以通过观测，求所在地的地理纬度。

如图3－3，$AB=\frac{AC}{2}$，$OB=72$ 厘米

指	AB	$\cot^{-1}\theta$	2θ	差
十二	12	$\frac{72}{12}=6.00$	18°56′	1°34′
十一	11	6.54	17°22′	1°34′
十	10	7.20	15°48′	1°34′
九	9	8.00	14°14′	1°34′
八	8	9.00	12°40′	1°34′
七	7	10.29	11°06′	1°34′
六	6	12.00	9°32′	1°34′
五	5	14.40	7°56′	1°36′
四	4	18.00	6°32′	1°34′
三	3	24.00	4°46′	1°36′
二	2	36.00	3°10′	1°36′
一	1	72.00	1°36′	1°34′

2θ 再加或减修正量，即等于北极星的地平高度，就是所在地的地理纬度。所谓修正量也就当时的北极星（北辰，即小熊座 α 星）与真北极的差数。15世纪阿拉伯人已知北辰距真北极为二指，合3°12′，而实际上准确值为3°15′。从上面计算中，可知一指等于1°6′。

指以下的单位为角。有一块切去四角的小象牙板。四个斜角标有三角，即四分之三指；半指，即二角；一角，即四分之一指；半角，即八分之一指等（图3－4）。

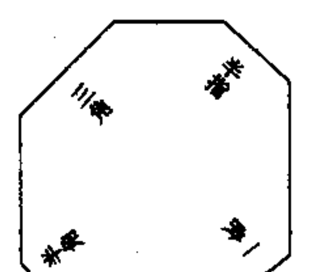


图3－4　牵星板

(1)北辰牵星指数与纬度的关系。对北辰的牵星指数,并不等于当地纬度,必须由上面所得的 2θ 值,加上修正量才得到。我们依据郑和航海图的记录,以及由这些古城市位置,通过地图的比算,来证实这修正量约为 4°45′。

忽鲁谟斯约相当现今伊朗巴斯港,在北纬 27°12′,据航海图,此地的北辰牵星为十四指。马哈音约现今印度孟买,北纬 19°11′,北辰牵星为九指;莽葛奴儿约为现今印度芒格洛尔,北纬 12°53′,北辰牵星为五指;古里国约当现今印度科泽科德,在北纬 11°18′,北辰牵星四指;柯枝国约当现今印度柯钦,北纬 9°54′,北辰牵星三指一角;阿丹国约当今阿拉伯半岛的亚丁港,北纬 12°50′,北辰牵星五指;佐法尔约当今阿拉伯半岛南部,北纬 17°50′,北辰牵星八指;麻实吉约为当今阿拉伯半岛东麦斯卡特,北纬 23°30′,北辰牵星十二指。由这数据,可计算于下(表 3—3):

表 3—3 古代航海指、角折算

古国名	北纬	指	指、角折算	差数
柯枝	9°54′	三指一角	5°12′	4°42′
古里	11°18′	四指	6°24′	4°54′
莽葛奴儿	12°53′	五指	8°00′	4°53′
马哈音	19°11′	九指	14°24′	4°47′
忽鲁谟斯	27°12′	十四指	22°24′	4°48′
阿丹	12°50′	五指	8°00′	4°50′
佐法尔	17°30′	八指	12°48′	4°42′
麻实吉	23°30′	十二指	19°12′	4°18′

平均:4°45′

这样,很清楚地表明了牵星指数,加上修正量之后,可得当地纬度。我们再从航海图中得出阿拉伯半岛南海岸的失黑儿,北辰牵星为六指,换算成角度 9.6°,加上修正值 4.75°,为 14.21°,失黑儿就是现今史赫尔。又如《郑和航海图》中,由锡兰山向苏门答腊过洋的北辰牵星为一指,明显非纬度,加上修正量 4.75°,得6.21°,即为船只位置锡兰纬度。

(2)北辰和灯笼骨牵星的和数。北辰和灯笼骨星这两颗星的牵星指数之和,总保持十五指半的关系,甚为巧合。据《郑和航海图》和《顺风相送》的记载:自古里往忽鲁谟斯,回针;古里往阿丹,回针;古里往佐法儿,回针;都有牵星,而且以北辰和灯笼骨星并举。

例如:由古里往忽鲁谟斯针路:

启航:北辰牵星四指;灯笼骨牵星十一指半。在丁得把昔:北辰七指;灯笼星七



指半。在忽鲁谟斯:北辰十四指;灯笼星一指半。

回针。在沙姑马山:北辰和华盖双星各十二指;灯笼星四指半。古里:北辰四指,灯笼星十一指。

又如,自古里往佐法儿针路:

莽葛奴儿:北辰五指一角;灯笼星十指一角。礁头开洋:北辰六指三角;灯笼星八指三角。佐法儿:北斗七指三角;灯笼星七指三角。

回针。开洋:北辰七指半,灯笼星八指。古里:北辰五指半,灯笼骨星十指。

再如,自古里往阿丹针路:

开洋:北斗四指,灯笼星十一指半。莽葛奴儿:北辰五指三角,灯笼星十指三角。直蕉塔那山:北辰五指,灯笼星十指。阿丹:北斗五指,灯笼星十指半。

回针。法塔喇山嘴:北斗五指半,灯笼星十指。

我们把各地的北辰和灯笼骨星的指数作图如下。明显地呈现出:北辰和灯笼骨星这两星的牵星指数之和,为十五指半。这是研究牵星法的一项重要线索。

(3)牵星的对象。牵星,都利用亮星。据《郑和航海图》、《顺风相送》和《指南正法》记载,牵星术所用的星有:

北辰:今小熊座 α,古名勾陈一。现在海南省渔民仍称北辰。

华盖:今小熊座 β 和 γ 星,称华盖双星。当航行在北纬 6°以内,北辰星极低,一般改以华盖星为准。容易算得:牵星所得的高度 h 为地理纬度 φ 的关系为:$\varphi=h-6.5°$。

灯笼骨星:今南十字座 α,β,γ,δ 四星。在《郑和航海图》的四幅过洋牵星图中,有三幅把灯笼骨画成棱形,像灯笼。海南、福建渔民收藏的航海针路簿手抄本中,称为"南挂"或"灯笼骨"(图 3—5)。

南门双星:今半人马座 α 和 β,即马腹一和南门二。现在海南省渔民仍称为"南门",或"水平星"。

西北布司星:今双子座 α 和 β 星,中名北河二和北河三[①]。

西南布司星:今船帆座 λ 星或船帆座 κ 星[②]。

南斗:今人马座 τ,σ,ζ,φ,λ,μ 六颗星。此外还有织女和牛郎星,亦为导航所用的牵星对象。

(4)从古里至佐法儿的航行实录。《郑和航海图》记录由古里往佐法儿的航行,十分详细:

① 我国科技史学家严敦杰曾证认是御夫座 α 星,为西北布司星。

② 严敦杰先生曾证认西南布司星为天蝎座 α 和 λ 星。

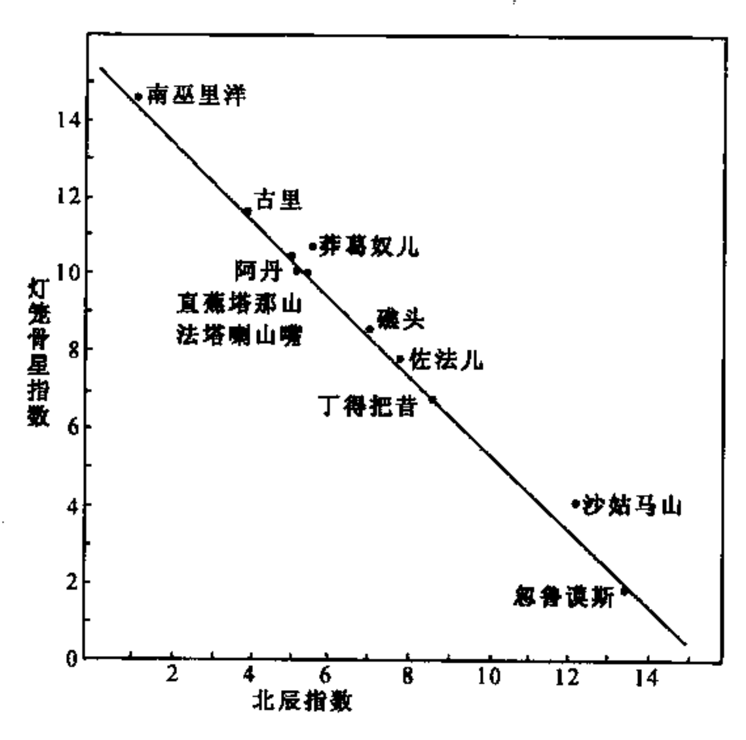


图 3－5　北辰与灯笼骨星高度

开船，乾戌离石栏外水十五托[①]，单亥五更取白礁外过。乾亥五更平希星山。单乾二十更，看北辰五指一角，灯笼十指一角，平莽葛奴儿。过礁头开洋，辛戌五十更，看北辰六指三角，灯笼星八指三角；单辛七十更，看北斗七指三角，取佐法儿马头，水六托，泊船是也。

这段述文既有天文导航，亦有地文导航。

船只在古里开船，看北极星高度是 6°24′。船驶向西北，行 900 千米，到莽葛奴儿。看北极星高度是 8°，然后船向西北偏西，航行 1500 千米，在大海中，看北极星的高度是 10°，灯笼骨星高度是 14°；船又向正西稍偏北，行 2100 千米，到佐法尔，看北极星和灯笼骨星高度都是 12°24′。

这是相当简洁而又准确的记录。如果把北极星的牵星指数，换算角数，再加修正值所得的地理纬度，与现在各地的地理纬度基本相同，航路也与现在的大致相同。可见，明朝的天文航海技术是相当先进的。

(5)锡兰山回苏门答腊过洋牵星的证认。《郑和航海图》中，由锡兰山回苏门答

① 托，以成人两臂平伸为度。宋·庞元英《文昌杂录》卷三："常以重物长绳沉水中，深及三十托以上，舟方可行。"

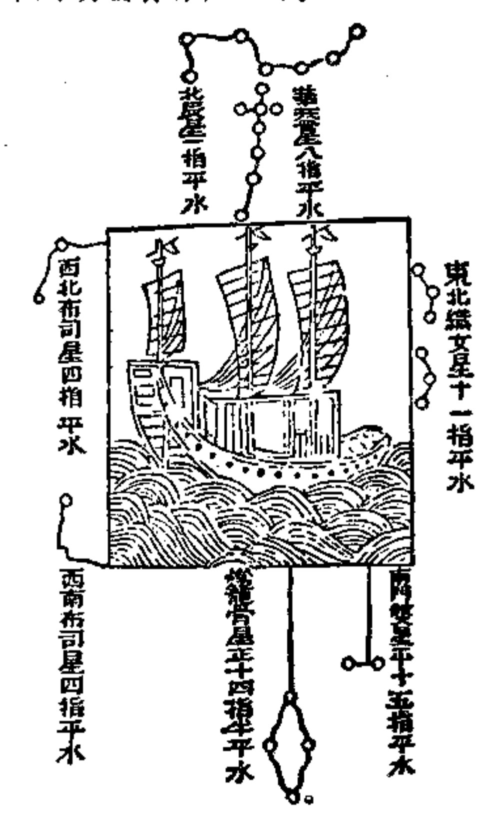


腊过洋牵星载有：

> 时月正回，南巫里洋[1]牵华盖八指，北辰星一指，灯笼骨星十四指半，南门双星十五指，西北布司星四指为母，东北织女星十一指平，见山。
>
> 华盖星八指平水，东北织女星十一指平水，南门双星平十五指平水，灯笼骨星正十四指半平水，西北布司星四指平水，西南布司星四指平水。

《顺风相送》称："南巫里洋往回牵星为准。"从记录来看，北辰星一指，灯笼骨星十四指半，合共十五指半，亦与前面的论证符合。

我们通过计算，来解释并证认西北布司星、西南布司星、华盖、北辰、织女、南门和灯笼骨星的方位分布，十分密合（图 3－6）。



3－6　郑和航海由锡兰回苏门答腊牵星图

设 h 为某星地平高度，δ 为其赤纬，φ 为观测地纬度，t 为时角，满足下式：

$$\sin h=\sin\varphi\sin\delta+\cos\varphi\cos\delta\cos t$$

观测地为斯里兰卡，$\varphi=6°21'$。计算结果如下（表 3－4）：



[1] 南巫里洋在苏门答腊岛北端，纬度＋6°18′。

表3—4 古代航海导航星的赤经、赤纬和时角、方位的计算

星名	通名	赤经(1430年)	赤纬(1430年)	指	度数	时角	方位	备注
小熊α	北辰	00^h11^m	+86°19′	1	1°36′	12^h	北	
天琴α	织女	18^h18^m	+38°11′	11	17°36′	19^h04^m	东北	
小熊β	华盖	14^h25^m	+76°29′	8	12°48′	20^h05^m	东北	
半人马β	南门双星	13^h55^m	−58°03′	15	24°00′	22^h47^m	东南	只选β星为代表
南十字γ	灯笼骨星	11^h58^m	−60°12′	14.5	23°12′	00^h00^m	南	
双子α	西北布司星	7^h03^m	+32°16′	4	6°24′	05^h46^m	西北	只选α星为代表
船帆λ	西南布司星	8^h51^m	−41°20′	4	6°24′	05^h42^m	西南	
船帆κ	西南布司星	9^h06^m	−52°47′	4	6°24′	05^h51^m	西南	候选

这证明当时的观测和记录，都很正确。

观星法

《顺风相送》和清代《指南正法》中载有观星法，与牵星法并用。如《指南正法·定太阳出没》歌：

正九出乙入庚方，二八出兔入鸡[①]肠，三七出甲从辛没，

四六生庚过戌藏，五月出艮归乾上，仲冬出巽入坤乡，

惟有十一与十二，出辰入申仔细详。



《顺风相送·定太阴出没》歌：

正九出甲没于辛，二八出兔入鸡邻，三七出乙没庚位，

四六出辰没在申，五月出巽没坤上，子月出艮乾至真，

惟有十月十二月，出寅入戌正可陈。[②]

民间观行星航海。我国民间航海家熟悉金星，海南省渔民称金星为“光星”。浙江省舟山渔民称启明星为“五更晓”，称长庚星为“黄昏晓”。金星是全天中除日

---

① 兔指卯时，鸡指酉时。

② 民间航海家除了观月亮以定方位外，还借用月相的逐日变化来记日期。如舟山渔民谚语说：“初三初四峨眉月，初七初八半夜月，十五十六两头红，十七十八爬沙上，十八十九坐等守，二十当当月一更，廿七廿八鸡啼涨。廿九三十等月亮。”



月外，最亮的一颗星，极易辨认，它与太阳的角距离不超过 48°，大约在日落后或日出前三小时以内，观察金星随日落或偕日升，就可粗略确定太阳方位，尤其是春分和秋分前后，黄道和天赤道相交于正东正西时，观察金星的出没，也能定出航向。

民间观察恒星定向。民间航海家熟悉认星定航向。舟山的船师说："知南斗北斗，天下可走。"他们知道星辰的东升西落，有如海上的天然罗盘。北极星和北斗星坐镇北天，南斗六星则出没于南天。又如南十字星座，称为"南挂"，海南省渔家们都能熟练地说出："北斗星出在艮，没在乾；南挂星出在丙，没在丁。"[1]

这样，舟师们不仅能在茫茫大海中确定船只的地理纬度、月分和日期，而且看星斗知道方位、估量时间。为了把星斗的出没和高度搞得准确，以前的舟师往往把导航星群，如昴星团、毕星团、贯索九星、参宿三星等的出没规律，编成歌诀。福建舟师在黎明前观察昴星团的天空位置，以确定时间季节，民谚称："六平、七斜、八倚、九倾、十落。"意思是：农历四月二十五日日出前，昴星团首次出现在东方天边，六月黎明前，升在东天海面，七月升到一定的高度，八月在正南天达到最大高度，九月落到西南方，十月下落到西边海面，到十月二十五日就下西地平了。

对毕星团，亦有类似的谚语："六平、七斜、八侧、九拖、十落。"在海南省航行于南海水域的船只，那就是利用观察南十字座和南门双星的出没方位和海平面高度，来测定船只所在的地理纬度。

第六节　国家选拔考试的天文教育

我国古代选拔人才考试天文学的，首见于汉朝。《后汉书·翟酺传》载：

> 安帝时，尚书有缺，诏将大夫六百石以上，试对政事、天文、道术，以高第者补之。酺自恃能高，而忌故太史令孙懿，恐其先用，乃往候懿。既坐，言无所及，唯涕泣流连。懿怪而问之，酺曰：图书有汉贼孙登，将以才智为中官所害，观君表相，似当应之，酺受恩接，凄怆君之祸耳！懿忧惧，称病不试。由是酺对第一，拜尚书。

历史进展到隋、唐、五代，我国进行选拔人才和教育制度的改革，建立专管教育机构，创立科举选士制度。

隋统一全国后，首先创立选士的科举制度，置明经和进士两科。而在国子监中设算学科，亦就是数学专业。

唐朝的算学和科举制度，多因隋朝，但有发展。《大唐新语》称："隋炀帝置明

---

[1] 艮，方位 45°（以正北为 0°）；乾，方位 315°；丙，方位 165°；丁，方位 195°。

经，进士两科，国家因隋制，增置秀才、明法、明字、明算，并前为六科。”

现在，我们就教育和科举两方面加以引证。

(1)国子学。在国子学中算学科设博士、助教，一如隋制。以《九章》、《海岛》、《孙子》、《五曹》、《张丘建》、《夏侯阳》、《周髀》；以及《缀术》、《缉古》、《记遗》、《三等数》等为教材①。岁终通一岁之业，口问大义十条，通八为上，六为中，五为下。每旬给假一天，假前亦有考试。

(2)明算科。《新唐书・选举志》载："试《九章》三条，《海岛》、《孙子》、《五曹》、《张丘建》、《夏侯阳》、《周髀》、《五经算》各一条，十通六。《记遗》、《三等数》，帖读②，十得九为第。试《缀术》、《缉古》，录大义为问答者，明数造术，详明术理，无注者合数造术，不失义理，然后为通；《缀术》七条，《缉古》三条，十通六。《记遗》、《三等数》、帖读，十得九为第。落经者虽通六不第。”

这种制度，到五代时期还实行。《册府元龟・明算门》称："宋延美，不详其籍。《后唐》明宗天成五年(930)明算科及第，是年明算五人，而延美为之首。”

以上所述似乎只是算学而非天文历算，这是因为在当时，算学、天文不分，许多天文历算的巧妙方法和精彩篇章，都概括融汇于算学当中。到了宋朝，这种关系更为发展了，在条文的规定上更为明确了。

宋朝的算学教育和考试制度，比隋唐要来得完备了。算学和天文历算的关系更密切了。北宋在崇宁三年(1110)始立算学，并订立崇宁国子监算学令和算学格：

崇宁国子监算学令：

诸学生习《九章》、《周髀》义，及算问(谓假设疑数)，兼通《海岛》、《孙子》、《五曹》、《张丘建》、《夏侯阳算法》，并历算、三式、天文书。

诸试以通粗并计，两粗当一通。算义、算问以所对优长通，及三分以上为合格。

历算，即算前一季五星昏晓宿度，或日月交食，仍算定时刻早晚，及所食分数。

三式，即射覆(猜度)及预占三日阴阳风雨。

天文，即预定一月或一季分野灾祥，并以依经备草，合问为通。

法算③，传授有关计算的数学知识，《算经十书》的内容，都属法算之列。



---

① 《新唐书・选举志》载："凡算术：《孙子》、《五曹》共限一岁；《九章》、《海岛》共三岁；《张丘建》、《夏侯阳》各一岁；《周髀》、《五经算》共一岁；《缀术》四岁，《缉古》三岁，《记遗》、《三等数》皆兼学之。"共学习七年。

② 帖读，或帖经，即主考官任择经书中一页，遮盖左右两边，中间只开一行，另裁纸贴掉其中三个字，要求被试者写读出来，对的即为合格。此法在初行时，被试者尚属容易，后因应试人多，而录取名额有限，不得不出艰深的词句，使他们难以捉摸。即或帖经及格而对本经原文大义，仍为茫然不知的亦很多。

③ 事实上，史载：北宋在大观年间，算学所习的有天文、历算、三式、法算四科。现将法算学习内容添上参阅。



崇宁国子监算学格：

官属：

博士 4 员：两员分讲《九章》、《周髀》；两员讲历算、三式、天文。

学正（举行学规）：1 员。

职事人：

学录（佐学正纠不如规者）：1 人

学谕（以所习业传谕诸生）：1 人

司计（掌饮食支用）：1 人

司书（掌书籍）：1 人

斋长（纠斋中不如规者）：1 人

斋谕（掌佐斋长道谕诸生）：1 人

直学（掌文籍及谨学生出入）：2 人

学生：

上舍 30 人；内舍 80 人；外舍 150 人。

补试（命官公试同）：

《九章》义三道；《算问》二道。

私试（孟月），补上内舍（第一场）：

《九章》、《周髀》义三道；《算问》二道。

私试（仲月），补上内舍（第二场）：

《历算》一道。

私试[①]（季月），补上内舍（第三场）：

《三式》或《天文》一道。

从国子监的算学令和算学格的制度来看，是相当严密的。

在这里，我们之所以花费很多篇幅来叙述教育制度，而未涉及科举的明算科，其原因在于宋朝的算学、书学、画学，都实行“三舍法”，而不纳入科举录取。然而，实际上在当时的“三舍法”[②]，即可代替科举。上舍生根据平时成绩品行，分为三等：如果考至上舍上等的，相当于科举及第，可以由政府直接授以官职；考至上舍中等的，可以直接参加科举考试的最后一场即殿试；而考上舍下等的，可直接参加科举的省试，或留校任职。

宋朝之后的元、明、清三朝的天文算学教育又是如何呢？我们引用清朝学者黄

---

① 私试，指每月末和每季末对学生的中考和小考。每年年终为符合标准的外舍生举行一次大考，称为公考。对于符合标准的内舍生，递补“上舍试”的补试。则每两年举行一次。

② 三舍法。实行约 20 年，又于宣和三年（1121）停止，恢复科举选士制度，但五年之后，北宋就结束了。

钟骏的评述称:"宋因唐制,亦设历算科,以算学生隶太史局。元、明以来,天文星历与阴阳卜筮并试,始视为方伎之学,而科遂中废。是算学科唐宋古制,固与进士诸科并重矣。国朝于国子监设算学馆助教,掌分教算学生,并派大臣兼管。圣祖仁皇帝亲策各省算学,得人为盛。"

清朝的算学教育和天文历算教育,多从属于钦天监,将留在下节介绍。

第七节 宫廷的天文教育

我国历代宫廷,多设有内灵台,各有职掌,进行观测。司职人员亦多受训练,通晓占候、星象、历法。但由于史载不多,只能述及大略。

《后汉书·邓太后传》载:"和熹邓皇后讳绥,太傅禹之孙也。永元七年(95),后复与诸家子弟俱选入宫。太后自入宫掖,从曹大家受经书,兼天文、算数。"

邓绥亦就是东汉和帝刘肇的皇后,"相传她六岁能读史书,十二岁通《诗经》、《论语》,家人号为诸生(即太学生),后来为皇后,临朝十七年之久。她昼省王政,夜则诵读。而患其谬误,惧乖典章,乃博选诸儒刘珍等,及博士议郎四府掾史五十多人,诣东观雠校传记,事毕奉御,又诏中官近臣,于东观多读经传,以教授宫人,左右习诵,朝夕济济。"

曹大家,就是班昭,为大儒班彪之女,博学高才,通天文、历算;于永元二年奉诏进宫,负责教授皇后和妃子们经书和天文、历算。其兄班固著汉书,其中《八表》及《天文志》未完而在永元四年去世;和帝诏昭就东观藏书阁,踵而成之。东汉大儒马融是她的学生,大学者郑玄则是其再传弟子。

晋朝十六国期间,亦重视宫廷天文教育。《晋书·后赵·石季龙传》载:"于襄国起太武殿,于邺造东西宫,至是皆就……又起灵风台九殿于显阳殿后。选士庶之女以充之……内置女官十有八等,教宫人星占及马步射,置女太史于灵台,仰视灾祥,以考外太史之虚实。"

《北史·纪》载:"北魏天兴元年(398)冬十月,起天文殿,太史令晁崇造浑仪,考天象","十二月乙丑,帝临天文殿……五郊立气,宣赞时令,敬授人时,行夏之正。"

此天文殿,可能是当时国家灵台。但又称天文殿,似属内廷。苟存此以备参阅。

隋、唐时期,继承前朝风尚,重视内廷天文教育。《隋书·天文志》载:"炀帝又遣宫人四十人,就太史局,别诏袁充教以星气,业成者进内,以参占验云。"

唐朝,亦似有内灵台之设。史载:"唐太宗时,王宁字九令,西溪人。少有异术,能占阴阳吉凶,屡中如神。唐太宗尝召入禁中,官灵台司少监。"



《新唐书·公帝公主》载："主(太宗女合浦公主)使掖廷令陈玄运伺宫省机祥、步星次。"

《新唐书·天文志二》载："大顺二年(891)，四月庚辰，有彗星于三台，东行入太微，扫大角，天市，长十丈余，五月甲戌不见。宦者陈匡知星，奏曰：当有乱臣入宫。三台太一之阶也，太微，帝廷也；天市，都市也。"

作为一个普通的内廷人员能知星，而且可直接上奏；可以猜测，就是受过训练的内灵台工作人员。

到了明朝，史书明确记载有内灵台，工作人员受过天文教育，并进行占候、历算工作。

《京师五城坊巷胡同集》[①]记有："永乐二十二年十二月，作观天台于禁中……其占候书曰《观象玩占》、《流星撮要》等，皆钞录誊授，不敢传播于外。教法极严，比司礼监书堂较胜。每年历样造历，皆灵台钦天监同管。"

可见内灵台通晓历书编制。《明宪宗实录》记有："成化九年(1471)正月戊午，掌内灵台内官监左监丞苏奇奏：成化九年中，历后上朔日该注丁巳，而钦天监司历陈旸误作辛巳。事下礼部，劾旸并监副田蓁等俱当究治。上命下旸锦衣卫狱而宥蓁等。"

第八节　司天监的天文教育

隋朝以前，记载司天监教育的文献不多。正式记述的，见于《隋书·天文志》载："高祖平陈，得善天官者周坟，以坟为太史令。坟博考经书，勤于教习。自此太史观生，始能识天官。"

及至唐朝及以后，天文机构中的教育系统才完全建立，形成研究、观测与教育并重两大目标，分工更为明确。据《唐六典》："灵台郎，负责天文教育，下设天文生"；"保章正，负责历算教育，下设历生"；"漏刻博士，负责测时教育，下设漏刻生"。另外，《旧唐书》载："太子率更寺，令一人，丞二人，主簿一人，漏刻博士二人，掌漏六人，漏童六十人，典鼓二十四人。"其中漏刻博士亦掌教漏刻，虽然太子率更寺非属钦天监系统，然而其中教育任务则相同。

唐朝司天监的历生、漏刻生、天文生之多，规模的恢宏，体制的完善，已在前节述及。由于教育体制的创立及逐步发展，使得天文历算知识得以流传延续。

唐朝，从贞观、麟德至开元年间，是天文历法的发展时期。以采用定朔而被誉

---

① 《京师五城坊巷胡同集》〔明〕张爵著，与《京师坊巷志稿》〔清〕朱一新著，合编一册，北京古籍出版社出版，1982年。此述文载于《京师坊巷志稿》书中。

为我国历法史上大改革的《戊寅元历》，废除闰周而直接以无中气之月为闰月，有所革新的《麟德历》，以及创造不等间距内插式的一行《大衍历》，都产生于这期间。而梁令瓒的创制黄道游仪；一行进行的恒星位置测定，以及大规模的全国天文大地测量，亦兴办于这时期；这应当与唐朝国力充沛，太史局组织完整和进行的教育密切相关。

《唐会要》载："为了订定完善的历法，一行主张实地测量，纠正《周髀算经》的'寸千里'说法，于是命太史监南宫说及太史官大相元太等，驰传在安南、朗、蔡、蔚等州，测候日影，近日奏闻，数年伺候、及还京，与一行师一时校之。"

《旧唐书·天文志》亦载："在一行倡议和主持下，朝廷下诏派遣太史人员，分赴诸州①专测日影长短和北极出地度数。南方曾远抵交州(今河内)，及林邑国(首府因陀罗城在今越南顺化附近)。"

可以看出：如此规模宏大的活动，所派遣的太史人员，当不止南宫说和元太两人，必有太史局其他生员参与，经过专门训练之后方能前往。这就有赖于太史局的教育。可惜史籍这方面记载甚少。

宋朝，继承唐朝体制，太史局继续发展教育，培养人才的职能。

史载：苏颂奉旨制造元祐浑天仪时，曾奏请吏部令史韩公廉负责制作。此外，还抽调寿州州学教授王沇之，充专监造作，兼管物资供应。太史局还指派夏官正周日严，秋官正于太古，冬官正张仲宣等人与韩公廉一起充任"制度官"。又让太史局局生袁惟几、苗景、张端；太史节级刘仲景，学生侯永和，于汤臣等人负责测验晷影、刻漏；施工指挥领导则由都作人员尹清负责，这就是所谓置局差官。他们都是受过职业教育和训练的专业人员，太史局的教育培养职能，在实践中起到应有作用。宋史的记载比起唐史的这方面记载，要明确和周详得多了。

在北宋，还在太史局中进行天文历法的论证，作为提高学术的教育。《宋史·律历志》称："太平兴国六年，冬官正吴昭素、徐莹、董昭吉等各献新历。诏以昭素、莹、昭吉所献新历，遣内臣沈元应集本监②官属、学生参校测验，考其疏密。秋官正史端等言：昭吉历差。昭素、莹二历，以建隆癸亥以来二十四年气朔验之，颇为切准；复对验二历，唯昭素历气朔稍均，可以行用。又诏卫尉少卿元象宗与元应等，再集明历术吴昭素、刘内真、苗守信、徐莹、王熙元、董昭吉、魏序及在监官属史端等精加详定。象宗等言：昭素历法考验无差，可以施之永久。"

宋朝对太史局生员的业务进益，要求严格。尽管国子监算学生，学成之后，多出仕太史局。已熟悉天文历算，但仍经过进行考试，以为督促。《玉海·律历志》

① 测量的州共13处。

② 指司天监，古籍记事，有时对太史局的称呼。



载："元丰元年(1078)十二月辛丑朔，诏提举司天监集历官考算辽、高丽、日本与《奉元历》同异。"

南宋，孝宗淳熙元年(1174)，聚局生试历算《崇天》、《宣明》、《大衍》三经，取其通习者；五年，又以《纪元历》考试；九年，以《统元历》试；十四年，用《崇天》、《纪元》、《统元》三岁一试。这是对太史局内部的考核，制度是比较严格的。

南宋卓越的数学家秦九韶，著《数书九章》，其中编集一些算题，是当时太史局教学、训练生员的案例，构思精妙。

一、揆日究微

> 历代测景，唯唐《大衍历》最密。本朝《崇天历》，阳城冬至景一丈二尺七寸一分五十秒。夏至景一尺四寸七分七十九秒，系与《大衍历》同。今《开禧历》，临安府冬至景一丈八寸二分廿五秒，夏至景九寸一分。欲求临安府夏至后，差几日而景与阳城夏至日等？较以《大衍历》晷景所差尺寸，各几何？

二、缀术推星

> 问岁星合伏，经一十六日九十分，行三度九十分，去日一十三度乃见，后顺一百一十三日，行一十七度八十三分乃留。欲知合伏段，晨疾初段：常度，初行率，末行率，平行率各几何？①

元朝司天台的天文教育，比较规范。当时司天台和太史院并立，但有分工："颁历之政归院，学校之设隶台。"因而，有关天文历算生员的教育培养工作归司天台。

元朝建元前的一年，即至元七年(1270)，太保刘秉忠奉忽必烈命令：司天台选取五科阴阳人数。考试的试题，从司天台五科②所学的经书内出题。



(一)从草泽人选取司天生

每三年招收一次，派官考试，从所学的经书内出六道题，被录取的，收为司天台的司天生，官给养直，入台后学习五科经书。

草泽人所学的经书为：

---

① 《揆日究微》题答案：大暑后五日午中景长一尺四寸八分八十五秒。《缀术推星》题答案：合伏：一十六日九十分；常度：三度九十分；初行率：廿三分九十七秒；平行率：廿二分十秒；末行率：廿二分七秒。晨疾初，常度：六度一十三分，初行率：廿一分九十六秒；平行率：廿分三十三秒；末行率，一十八分六十九秒。

② 五科：占候天文科，占候三式科，推步、历算科，测验天文科，司辰漏刻科。

《宣明历》　　　　《符天历》

王朴《地理新书》　　吕才《婚书》

以上经书须合通习。

《周易筮法》　　　　《五星》

以上经书合从其所习。临日考试,各出题一道,许就试人科答题一道。其答五星,仍许携照星经书入院。

试格:题六道,量作两日程试。

历科题各一道:

假令依《宣明历》推步某年月日恒气经朔。

假令《符天历》推步某年月日太阳在何宿度。

婚书题一道:

假令问正月内阴阳不将日有几日?

地理新书题三道:

假令问安延翰以八卦之位通九星之气,可以知都邑之利害者何如?

假令问五姓禽交名得是何穴位?

假令问商姓祭主丁卯九月生,宜用何年月日晨安葬。

占卜题一道[①]:

假令问丁丑人于五月丙辰日占求财筮,得姤卦第爻动,依易筮术推之。

假令问正月甲子日寅时,六壬术发用三传,当得何课?

假令问大定己丑人五月廿二日卯时生,禄命何如?依三命术推之。

假令问七强五弱何如之数,依五星术以对。

(二)司天生和留司天台学习的子弟考长行

亦是三年考一次,考试的各科目,从所学的经书中出题。考试合格者,再验文理,以排出名次,待长行阙时,以按排列顺序递补。

占候天文科。先测验视力,再测验科目。

所学的经书为:

《晋天文》　《隋天文》　《宋天文》

以上科习一家。

《景祐周天星格图直图》

试格:

---

① 此处可能是任选一道。



点画天星题一道：

假令问紫微垣东方七宿中外星之类。

义题二道[①]：

假令问浑天、周髀、宣夜三家孰长之类。

占候三式科。

所习经书为：

王希明《太一金镜式经》

《景祐福应集》

《遁甲天一万一诀》，又名《三元式经》。

《景祐符应经》　《神定经》

《六壬连珠集》　《补阙新书》

试格：

假令题一道：

问某年月日时四计太乙在何宫之类。

义题二道。皆不限字数，并以不失题意、文理优长者为中选。

假令问冬至天元一七四何义之类。

假令问百六涉害何义之类。

推步历算科。

所学经书：

《大明历经串》。旧例试《宣明》、《符天》等历日，今见行《大明历法》、合试《大明历书》。

试格：

日食题一道：

假令问大定庚子岁至乙巳岁，其间有无日食，但取一食为定。

《大明历》五星题一道，科问一星。

义题二道：

假令问辰法三除之何义之类。

测验天文科。相验目力。

所学经书为：

《晋天文》　《隋天文》　《宋天文》

以上科习一家。

《浑仪总要星格》

① 可能是一道之误。

试格：

点画天星题一道：

假令问三垣二十八宿或赤道内外，其星几座，具形体默画。

义题二道：

假令问浑仪七曜之行何议之类。

司辰漏刻科。备将试中之人，试验声响礼数，升降名次。

所习经书：

《宋天文》内《漏经》。旧例试《宣明》、《符天》漏经目，今见行《宋天文漏经》，合试此书。

试格：

假令二道：

假令问冬至五月夜半定漏。

假令问立春五日中晷常数之类。

义题二道：

假令问四时昼夜刻数不同何义之类。

假令问四时中晷常数不同何义之类。

(三)长行和管勾晋升的考试

凡长行试五科管勾者，从本科应用经书内出六道题，其中假令三道，义三道，合格者验文理，排出名次，以后遇阙，依次补用。

管勾试教授者，从五个科所学的经书中，每科出两道题，其中假令一道，义一道。以上十道都通过者，排出名次，遇教授阙时补充晋升。

(四)司天台三式科阴阳人员的考核

至元十三年(1276)，对司天台三式科的阴阳人员，按惯例每年要推算风雨历日，并每月出二次题，试问占筮之事，如在限期内不行纳到，则严行责罚。并重申，由台官提调，仍将每月功课，逐级送学官校勘优劣，申台照验，依例责罚。

(五)各路天文人员的考核

各路在有官司拘收禁书以前，已经学习了五科经书的人，对于这种人中的艺业精验及德行好的，可在考生所在路的政府，体问所学科目，"委定精验，保结开申"；许直接考各科长行，中选者同样待阙收补。考试的试题则与司天生及留司天台学习的子弟考长行的题目相同。



(六)推荐考试选拔人才

刘秉忠推荐田忠良于元世祖,以他好学,通儒家和杂家言,因而作为阴阳家引荐。先乃送忠良于司天台,给笔札。世祖令秉忠试星历、遁甲诸书。秉忠奏曰:“所试皆通,司天诸生鲜有及者。”诏官之司天。

靳德进,为人才辨,幼读书,能通大义。父殁,益自刻励,尤精于星历之学。世祖命太保秉忠选太史官属,德进以选授天文、星历、卜筮三科管勾,凡交食躔次,六气侵沴,所言休咎辄应,累官秘书监,掌司天事。

综观以上,元朝虽以文化落后的民族入主中原,然而,在更朝换代,必须颁新历以奉正朔的封建统治观念支配下,亦懂得延集历法星象家,并培育天文人才,来为以上目的服务。因而采取优容的手段,从各个途径提倡、重视天文,兴办教育,一时出现较为宽松和兴盛的学术局面。作为天文教育的范畴,亦相应地订立规章制度,颇为周全;确实推动了当时的天文历法的进展,《授时历》的制定,规模宏大的四海测验,都产生于这时期,不能不说与天文教育有所相关。

至于明朝,对天文历法的政策,则走向压制的道路。钦天监中的天文教育,只是世家承袭,墨守成规,毫无进展,导致质量下降。

清朝鉴于明朝天文历法的停滞,因而对钦天监机构设置、人员编制及教育培养等,着力经营,确有振兴景象。

康熙五年(1666),钦天监题准增设汉天文生 94 人。康熙九年谕:“天文关系重大,必选择得人,令其专心习学,方能通晓精微,可选取官学生,与汉天文生一同学习,有精通者,俟钦天监员缺,考试补用。寻(礼部)议于官学生内,每旗选取十名,交钦天监分科学习,有精通者,俟满汉博士缺补用。从之。”

康熙五十二年,初设算学馆于蒙养斋,选八旗世家子弟,学习算学兼及天文历法,以大臣官员精于数学者司其事,特命皇子亲王董之。这尤为其远见卓识的举措,为世人所称道!

雍正元年(1723),《数理精蕴》书成。雍正皇帝御制序文中称:“自明季司天失职,过差罕稽,至此而推步测验,罔不协应。际此理数大备之时,正当渊源传授,垂诸亿万斯年,应于八旗官学增设算学。教习十六人,教授官学生算法,每旗官学资质明敏者三十余人,定以未时起、申时止,学习算法。”

乾隆三年(1738),则停止教授八旗官学算法,而专设算学馆于钦天监附近,置教习 2 人,满、汉学员各 12 人,蒙古、汉军学员各 6 人。汉人无论举贡生员,或世业子弟,都可报考,合格者录取。学制为五年,其中三年学习算学,二年学习天文历法。每季小试,岁终大试,由算学馆与钦天监会同考试。五年期满,对果能尽心习

学，著有成效者，由主管大臣奏文于吏部议叙：举人笔帖式充补者，交钦天监以灵台郎补用；贡监生员充补者，以挈壶正补用；官学生、算学生充补者，以博士补用。

乾隆四年，将算学馆归国子监管辖。钦天监覆准每世业子弟5人，由钦天监选三科官员，精通术业者一人为教习，每年季考，三年内学有成效，由教习给出证明，可以补用。

乾隆十年，奏准以钦天监天文生24人，拨为国子监算学肄业，其一切教法及应试考取，均照算学生例。批准期满毕业，有举人出身者，准以博士补用。

这种体制一直至嘉庆、道光年间，都为遵行。《大清会典》载："嘉庆二十三年(1818)，算学，管理大臣，满洲一人，由特简(助教汉一人)教习汉二人掌教算法。额设算学生，满洲十二人，蒙古六人……课程：凡线、面、体三部各限一年通晓，《七政》共限二年通晓。五年期满，管算学大臣，会同钦天监考取。凡满洲、蒙古、汉军充补各旗天文生，汉人员举人引见，以博士用，贡监生童，以天文生补用。"

在这期间，算学天文历法的教育，是受到足够重视的。乾、嘉年间，还曾实行以钦天监监正兼管国子监算学馆；天算同家，这在学术上是较为优崇的。

道光中期，基督教会在中国兴办教育，其中有关天文算学的教育，出现了新的局面，对钦天监中的天文教育，起到革新和推动的作用。

然而，具有巨大革新的，则是同治初年的京师同文馆的成立，明确提出学习天文算学的重要性。这是时代变革的前奏。有关这方面内容，将留在学院的天文教育这一节叙述。

第九节　私学和家学的天文教育

私学或家学传授天文历算等科技知识，始于先秦，后世绵延继续，培养人才辈出；于官学之外，开辟了不拘一格的另一途径。

清朝阮元著《畴人传》，概述畴官世家。而清朝谈泰在《畴人解》一序中称："汉置太史公，置位在丞相上，以司马谈为之，其子迁嗣。自昔掌天官者，大抵师承家学。"又称："然则畴字可以指物，亦可以指人。星翁历生，群分类聚，故谓之畴。而象纬推测，往往世官而习其业，所谓父兄之教，不肃而成，子弟之率，不劳而能。"

汉朝儒学兴起，大师们精通经典，亦晓历术。于是在私人讲学授徒之时，兼及天文算数。风气相传，及于清朝。

一、私学的天文教育

东汉和帝时代樊英，史载其善风角、星算，《河洛》七纬推步灾异，著有《易章



句》,世名为《樊氏学》。隐于壶山之阳,以图纬教授,受业者四方而至。学者郄巡传其业,仕为郡博士。

廖扶,汝南平舆人。专精经典,尤明天文谶纬、风角、推步之术。州郡公府辟召皆不应,教授学生常数百人。

郑玄,东汉大儒,北海高密人。师事京兆第五元生,亦曾受业于马融。始通《三统历》、《九章算术》。会稽东部尉刘洪作《乾象历》,玄受其法,以为穷幽极微,加以注释,又著《天文七政论》。年六十,弟子河内赵商等自远方至者及千。

晋朝台产,上洛人。汉朝侍中台崇之后,少善图谶、秘纬、天文、洛书、风角、星算,六日七分之学,尤善望气、占候、推步之术,隐居商洛南山,兼善经学,泛情教授,不交当世。

及至隋、唐,私学传授之风,仍然盛行。《畴人传四编》载:"卢肇,宜春人,举进士第一。肇始学浑天之术于王轩[①],轩以王蕃之术授之。后因而演成图,又法浑天作《海潮赋》及图。"这是天文知识转相传授的记实。

宋朝李之才,亦通晓天文历算,青社人,任泽州签署判官。宋朝历算家刘羲叟即受业于其门下。史载:"泽人刘羲叟从受历法,世称羲叟历法,远出古今上,有扬雄、张衡所未喻者,实之才授之。"

刘羲叟,泽州晋城人,欧阳修使河东,荐其学术。精算术,兼通《大衍》诸历。及修唐史,令专修新唐书《律历》、《天文》、《五行志》。著有《十三代史志》、《刘氏辑历》、《春秋灾异》诸书。

元朝赵秉温,事世祖潜邸,命受学于太保刘秉忠。至元十九年,迁昭文馆大学士,知太史院侍仪司事。《授时历》成,赐钞二百锭,进阶中奉大夫。作为一般学人,得名师教诲,往往领悟深彻,成才快速,这似乎是私学育才的一种优点。

清朝梅文鼎,为一代大师,在执教授徒方面,亦享有盛誉。我们先叙述一典型事例。

刘湘煃,江夏人,闻梅文鼎以历算名当世,鬻产走千余里,受业其门,湛思积悟,多所创获,文鼎得之甚喜曰:"刘生好学精进,启予不逮!其与人书曰,金、水二星,《历指》解说未彻,得刘生谈,而后二星之有岁轮,其理所不可易。"因而将所著《历学疑问》嘱之讨论,湘煃为著《订补》三卷,又作《五星纪要》、《月离交均表根》、《黄白距度表根》各一卷等书。在此只是湘煃著作概略,详目不及细载。

梅文鼎精研天算,著作等身。手定《勿庵历算书目》中记载,已有天文学著作62 种,算学 26 种,计有:《历学骈枝》、《历学疑问》、《疑问补》、《交食》、《七政》、《五

① 王轩,太原人,太和进士。博通历算,尤精浑天术,习王蕃之学。王蕃,吴中常侍,善数术,传刘洪《乾象历》,依其法而制浑仪。

星管见》、《揆日纪要》、《恒星纪要》等中历书籍，在引进西方天算方面著作则有《方圆幂积》、《平三角举要》、《弧三角举要》等，学贯中西。然而在研究工作之余，其设馆授业的情操，亦不失雅量高致。

康熙二十八年(1689)，梅文鼎来北京，当时已年届57岁，原受聘于侍郎桐崖，主持教席，后李光地捷足先登，设馆延聘于其家；史载李光地还曾问历算于梅文鼎①。

在京期间，又受大学士徐乾学等人之邀，参与《明史·历志》纂写工作。他本来之意，拟与南怀仁会晤，惜南已去世，他改与安多晤谈历算。其《历学疑问》一书，即为其在京时，接受李光地建议出资刊印。后于康熙四十一年十月进呈皇帝；及圣祖南巡时，于德州召见，御书"积学参微"四字赐之，时年已70岁。康熙四十四年再次南巡，于四月十九日，在临清州德水舟中再次召见，共谈历算为期三日。其后，御制《律吕正义》编成，康熙皇帝还嘱其孙梅瑴成寄一书给梅文鼎。知遇之隆，异乎寻常②。

梅文鼎这次在京停留一年多，于康熙三十年客天津；康熙三十二年南归。

康熙四十二年，梅文鼎复至京师，再度受聘于李光地馆席。李文贞公命子钟伦从学，介弟鼎徵及群从皆执弟子之礼；其门下皆一时名士，如景州魏廷珍，交河王兰生，河间王之锐，晋江陈万策，宿迁徐用锡等，李文贞悉令受业于梅文鼎门下。是年他已71岁。执教期间，史书虽乏明载，但预计可能至康熙四十五年。

康熙五十七年，史载："魏荔彤称，岁在戊戌③偶摄法司，因与诸同人设馆白下，延致(文鼎)先生，订正所著，输资刊行。先生既以宁澹为志，不乐与俗吏久处，而世会变迁，云散蓬飞竟未卒事。"其所说刊行，乃指刊刻《梅勿庵先生历算全书》。此书直至梅文鼎去世后两年方始出版。



在此前后，梅文鼎还曾门下收徒，指导张雍敬、刘湘煃、毛乾乾、李塨等人天文历算学业。经名师精心传授、琢璞成玉，造就人才。所谓"绛帐弦歌，春风化雨，彼此切磋，教学相长。"梅文鼎之与刘湘煃，即为佳例，此时他已83高龄；而指导毛乾乾，则在其71岁之时。至于其与张雍敬论证历法，或许在晚年期间，事迹尤为感人。

---

① 载《榕村语录续集》卷十六称："某李光地自称天资极钝，向曾学筹算于潘次耕，渠性急，某不懂，今得梅先生和缓善诱，方得明白。"李光地(1642—1718)，福建安溪人。康熙庚戌(1670)进士，官大学士，谥文贞，有榕村集。

② 康熙五十三年，瑴成奉上谕："汝祖留心律历多年，可将《律吕正义》寄一部去，令看，或有错处，指出甚好。夫古帝王有'都俞吁咈'四字，后来遂止有'都俞'，即朋友之间，亦不喜人规劝，此皆是私意。汝等须竭力克去，则学问长进，可并将此意写与汝祖知之。"

③ 戊戌，即康熙五十七年(1718)。文中白下即指金陵，今南京。



张雍敬，秀水布衣，精究天文、历律之学，著《定历玉衡》十八卷，《盖天算法》、《恒星考》、《西术推步法例》。

《畴人传》载："张雍敬，字简庵，秀水人，著《定历玉衡》，博综历法五十六家，正历术之谬四十四处，成书十八卷。其说主中术为多。裹粮走千里，往见梅文鼎，假馆授餐。逾年相辩论者数百条，去异就同，归于不疑之地。唯西人地圆如球之说则不合。与梅氏兄弟及汪乔年辈往复辩难不下三四万言。著宣城游学记。"

梅文鼎，乃一布衣，终身无赫赫功名，然而饱学经纶，无官僚气习，存学者风度，专心治学、执著授徒，泰然物外，润物无声。其为钱大昕誉为"清代天算第一人"！并非偶然。其在私学授徒的业绩，亦值得赞颂。

二、家学的天文教育

西汉刘向，通天文。在孝成帝时，总六历，作《五纪论》、《洪范五行传论》。其子刘歆，继承家学，于数术、方技，无所不究，成为我国古代研究圆周率第一人。对天算颇有造诣，与刘向一起奉宣帝之命，校勘秘书，对儒家经典，诸子百家，天文地理，皆为涉猎；考订律历，著《三统历》及《谱》；推法较密。

后汉郑兴，曾从刘歆，歆美其才，使撰条例、章句、传诂，及校《三统历》。其子郑众，年十二，从父受《左氏春秋》，精力于学。明《三统历》，兼通《易》、《诗》，知名于世。建初六年，代邓彪为大司农。

后汉杨统，四川广汉人，其父春卿善图谶学，尽以授之；又从同郡郑伯山受《河洛书》及天文推步之术，遂通天文。其子杨厚，少学统业，精力思述，亦悉数术。《后汉书》载："初，安帝永初三年，太白入斗，洛阳大水，时统为侍中，厚随在京师，朝廷以问统。统对年老耳目不明，子厚晓读图书，粗识其意。邓太后使中常侍承制问之，厚对以为：诸王子多在京师，容有非常，宜亟发遣各还本国。太后从之，星寻灭不见。又克水退期日，皆如所言。"

东晋黄沈，善天文秘术，魏郡斥丘人。子黄泓，从父受业，精妙逾深，兼博览经史，尤明《礼》、《易》，前燕慕容儁即王位，署为进谋将军太史令……

南北朝时，齐·祖冲之，范阳蓟人，精于天文历算。青年时代进入学术研究机构——华林学省，从事科学活动，创制《大明历》，首次引进岁差于历法中，使天周与回归年长度分开，并改革闰周，改用新闰周法。研究冬至日前后日影长度对称关系，提出确定冬至日时刻的新方法，为后世沿用，甚有贡献。其子祖暅，少传家业，在这之前祖冲之曾修改何承天历[1]，当时尚未颁行，祖暅为之再作订正，于梁天监



[1] 或称为《甲子元历》。

初，三次申请行用，终于在天监九年方始批准施行。他又在大同十年，改漏刻法，著《漏经》：改进漏壶，依浑天黄道日行远近，为用箭日率。在天监年间又造八尺铜表，其下与圭相接，圭上开沟，注水以取水平，测日景、求各节气影长变化。又以仪器测当时北极，在纽星之末一度多。著有《天文录》三十卷等书籍。祖暅之子祖皓，亦传习家业，善历算。可称三代天文世家。

南北朝时，梁·庾铣，新野人，善历算，纬候书射棋算机巧，并一时之绝。曾撰《帝历》二十卷行于世。子庾曼倩，亦善天文历算，著《七曜历术》、《算经》。曼倩之子庾季才，十二岁通《周易》，好占玄象，在周时领太史，为麟趾学士，撰《灵台秘苑》；入隋，于开皇三年(583)，受命与其子庾质，撰《垂象》、《地形》等书。上谓季才曰：天地秘奥，推测多途，执见不同，或致差舛，朕不欲外人干预此事，故使公父子共为之也。"庾质，大业初，授太史令。质子庾俭，亦传父业，兼有学识。义宁初，为太史令"。

自庾铣，经曼倩，季才，庾质至俭，家学相传，共历五世。

唐朝，历算世家当推李淳风。其父李播，撰《天文大象赋》一卷，通《大象历》等。李淳风继世学家传，对天文历算、仪象，颇有造诣。贞观七年制成新浑天黄道仪；十五年迁太史丞，三十二年任太史令。麟德元年(664)，制成《麟德历》。编撰《晋书》、《隋书》中的《天文志》与《律历志》。前者搜集有关当时的天文气象记录，后者则是研究我国历法史的宝贵资料。著有《法象志》七篇，他的关于天文仪器著作。他又与算学博士梁述等人编订和注释《算经十书》，并著《秘阁录》、《典章文物志》等书。子李谚，孙李仙宗，亦继家学，为太史令。

五代赵延义，秦州人，世为星官，兼通三式。其曾祖父赵省躬，以明数术任通州司马，后来遇乱避地四川。祖父赵师古，云南经略判官。父亲赵温珪，仕蜀为司天监。温珪擅长历法推步，他临终前对延义说：数术虽是世业，吾仕蜀以来，几乎由数术而死，你最好不要再从事天文数术，另找更好出路。但是赵延义仍然继承家学，在后蜀任司天监。蜀亡，到洛阳，在后唐明宗时又任司天星官。至后晋天福年间，代马重绩为司天监；后周广顺二年，授太府卿，判司天监事。

宋朝周克明，亦世承星官家学世家。其祖父周杰，唐文宗开成年间进士，精历算，曾以《大衍历》数有差，因推演其法予以订正。著《极衍》二十四卷。天复[1]中，时天下方乱，他以天文占之，唯岭南可避地，于是弃官南徙。南汉刘龚称帝，起用他知司天监事。其子周茂元，亦传其学，任司天少监。后归宋，授监丞。周茂元之子周克明，亦精历算，凡律历、天官、谶纬及三式之书，无不精研，随父入宋，开宝[2]中

---

① 天复：唐昭宗李晔年号，公元 901－904 年。

② 开宝：宋太祖赵匡胤年号，公元 968－976 年。



累官春官正。景德[①]初献所著文,召试赐进士,后兼翰林天文权判监事。

王处讷与王熙元,则为另一"天文家学"世家。王处讷,河南洛阳人,因留意星历、占候之学,后汉高祖刘知远即位,擢为司天夏官正,后判司天监事。入后周,在周太祖郭威广顺年间,迁司天少监。之后再归宋。宋太祖建隆二年,以《钦天历》谬误,诏王处讷造新历,三年后历成,名《应天历》,六卷;后又任司天监。其子王熙元,幼司父业,开宝中,补司天历算。端拱[②]初,任司天监丞;景德中,同判监事,拜少监,著《灵台秘要》书十卷。

苗守信和苗训,亦可称为子承父学的畴人星官。而且地位颇为显赫。苗训,仕周为殿前教员,曾学数术于王处讷,善天文占候之术;入宋,擢为翰林天文,著《太平乾元历》九卷及《太平兴国新修历经》三卷。其子苗守信,《宋史·方技上》称:"少习父业,补司天历算,寻授江安县主簿,改司天台主簿,知算造。太平兴国中,以《应天历》小差,诏与冬官正吴昭素、主簿刘内真造新历。及成,太宗命卫尉少卿元象宗与明律历者同校定,赐号《乾元历》,颇为精密,皆优赐束帛。雍熙[③]中,迁冬官正。端拱中,改太子洗马,判司天监。"

元朝,是著名历家辈出,如群星璀璨,争光斗艳的时代,其中更不乏家学相传的范例。

王恂,为元朝历算大师。史载:"编《授时历》时,恂荐许衡能明历之理,诏驿召赴阙,命领改历事,官属悉听恂辟置。恂与衡及杨恭懿、郭守敬等,遍考历书四十余家,昼夜测验,创立新法,参以古制,推算极为精密。十六年(元至元十六年)授嘉议大夫,太史令。"

然而,王恂之父王良,金末为中山府掾,后弃吏业,潜心伊洛之学及天文律历,无不精究。由此可知王恂之于历法,有高造诣,当受其父亲教诲熏陶。

王恂之子王宽、王宾,亦通历算。《元史·王恂传》称:"子宽、宾,并从许衡游,得星历之传于家学。"

齐履谦,亦为元朝历算家中之佼佼者。《元史·齐履谦传》载:"至元十六年,初立太史局,改治新历,履谦补星历生,同辈皆司天台官子,太史王恂问以算数,莫能对,履谦独随问随答,恂大奇之。新历既成,复预修《历经》、《历议》。二十九年,授星历教授……至治[④]元年拜太史院使。"

但是,齐履谦之具有如此聪慧天资,应归功于其父亲齐义的启迪。史载:"齐履

① 景德:宋真宗年号,公元1004—1008年。
② 端拱:宋太宗年号,公元988—989年。
③ 雍熙:宋太宗年号,公元984—987年。
④ 至治:元英宗年号,公元1321—1323年。

谦字伯恒，父义，善算术。履谦年十一，教以推步星历，尽晓其法。"

明朝，更有毕生致力于历算之学的星官出身世家，其学风相继，家学相传，及于数代的事迹，世袭相承的敬业精神，实堪为人们所称道，并载入史册之中。

王巽，史载："自八世祖通于医卜，巽日肆力于家学。旁通经史子集。洪武末由医官荐为钦天监司历，升保章正、五官灵台郎，复升春官正阶承德郎，著有《大统一历秘法》、《钦天监职掌算法问答》及《算书》传世。其子王涛，由钦天监天文生官至五官挈壶。

倪以端，浙江遂安县人。祖父倪凯，通天官、地理家言。以端承家学，永乐中以天文举，历冬官正，测验无差忒，子倪忠，亦学天文，继父职，仕至景泰七年，升监副。成化元年升为监正。

高冕，汴人。洪武间，以从兄任本邑阴阳训术，从驾北狩，遂久于金台。公越月复至京代其事，本监以精通历学举，上允，授五官司历。未几转秩，官迁监副。景泰中蒙褒加敕命。天顺改元之初，公当九载满秩，上特升钦天监正。掌事先后凡三十余年，历练始终毋少怠，而清慎益著。"

其子高辅，史载其："自幼克承家学，精通历数，天顺间授本监五官司晨。"

明朝还有世袭钦天监官员的，在此列举三例。

宋镇，明于天文，洪武三十年，以荐，累官钦天监挈壶正。子宋徽，字仲和，正统间为保章正，纂《捷法数书》。占奏奇中，屡被优赏。后归里，赐第承恩堂。子孙世官钦天监博士，迄于明终。其在硖[1]者，今尚世为阴阳家。

杨一欧，字斗南，钦天监博士，累官监正，其子杨伦，世袭钦天监博士。

杨启敬，字景南，祖一欧，父伦。世袭钦天监博士。启敬袭职，累官通政司经历，钦天监监正。

杨宏量，字海若，父启敬。明万历时钦天监监正。

历史最长而且贡献最大的，要算贝琳一家了。贝琳，洪武初以戎籍居金陵，幼业儒，慕天官学，遂往北京，投太仆少卿廖义仲、钦天监五官灵台郎臧珩，司历何洪求天象之学，得充天文生，入钦天监。正统己巳[2]边警，监正皇甫仲和推荐贝琳，随昌平侯杨珙至独石。景泰庚午[3]随总兵石亨抵贺兰山。壬申[4]随左都御史王翱征泷水。其占候多有功，授刻漏博士。天顺改元，因天象示警，奏对称旨，赐彩缎白

① 硖，指今海宁县东北地区。

② 己巳年，正统十四年，公元 1449 年。

③ 庚午年，景泰元年，公元 1450 年。

④ 壬申年，景泰三年，公元 1452 年。



金，升五官灵台郎。成化庚寅[①]升监副。壬辰[②]改任南都，与弟贝琪居武定桥西。他在成化六年受命编译《七政推步》，至十三年完成，甚有贡献。

自贝琳以天文起家，子贝鹏。鹏子贝仁，一字澹然，由天文生授刻漏科博士。

贝仁之后为贝豳[③]，字西山，著《历法要览》十二卷，历书小帙数种。

贝豳之后为贝尚质。《金陵通传》载："仁子尚质，字敬山，号菊卷，亦官刻漏科博士。尚质子元祯，字明吾。元祯子字仕，字振宇，皆天文生。凡七世以推步与明代相终始。"

清朝，家学相传的，史不乏书。在此，仅列其典型者。

杨作枚，字学山。初受学于祖国钧，国钧字定山，著《历法大成》十卷，而所精者中历也。中历即授时法，精而未密；至西人三角弦弧之术兴，而方员、幂、浑随所施之，无不尽妙。其法，宣城梅氏文鼎得之最深。作枚曾从文鼎游，后入算学馆。掌馆事者即文鼎孙瑴成也。

《畴人传》称："杨定三，锡山人，作枚之祖。作枚所作《学山历算书》[④]，即以成定三之志。"由是可见家学之传，有承先启后之含义。实质上，杨作枚尚有著作《勾股正义》一卷，《解割圆之根》一卷。《畴人传·杨作枚》载："著《解割圆之根》一卷；言割圆八线表，久传于世，而立法之根，未得专书剖释，《大测》中如十边、五边形之理，皆缺不讲。反复细绎，渐得汇通，遂着其图，衍其算，理之隐赜者明之，法之缺者补之，以备好学者之采择云尔。又著勾股正义一卷。"杨作枚，是清初学贯中西的历算家。

何君锡一家，亦可称历算渊源世家。何君锡本人于康熙初年任钦天监五官正，擅长历算。《清史稿》载有："康熙十四年二月，谕监副安泰从何君锡学古历法"之语，可见其业术精深。而其子何国柱、国宗、国栋亦承家学，"玉振金声，荣膺高位"。

何国柱在雍正年间，先后任钦天监左、右监副。何国宗，康熙五十一年进士，改庶吉士。史载："圣祖以何氏世业天文，命在内廷行走，学习算法。五十二年，汇编《御制律历渊源》……乾隆二年，命充算学馆总裁。四年，充国子监算学总裁……十年，兼管钦天监正事。"

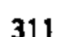
何国柱、国宗二人，曾于康熙五十一年五月，奉命随往避暑山庄。史载："先是命苏州府教授陈厚耀、钦天监五官正何君锡之子何国柱、国宗、官学生明安图，原任

① 庚寅，成化六年，公元1470年。

② 壬辰，成化八年，公元1472年。

③ 关于贝豳，史载记录不多。江苏·同治《上江两县志》卷28，谓："自琳以天文起家，次鹏、次仁、次豳、次尚质、次元祯、次字仕，七世以天文相终始。"按此排列，豳在仁之后，尚质之前。但江苏·光绪《金陵通传》卷10又称：仁子尚质。然则贝豳以何身份列于仁之后？苟在此存疑！

④ 《学山历算书》的序，为梅文鼎所撰，时梅年已80岁。



钦天监监副成德，皆扈从侍直，上亲临提命，许其问难如师弟子。”备极恩荣，为学人所欣羡。

何国栋亦以通历法直内廷。康熙五十三年，国栋等前往江南诸行省，测北极高度及日景，以家学所得知识，为国家天算、测绘事业奔劳。

钱大昕，为康、雍、乾盛世卓越学者，其一门善于历算，饶有家学风范。他于乾隆年间人翰林，居京师时与同年吴烺、褚寅亮同习梅文鼎算学，明九章算学及西欧测量弧三角诸法，皆剖析无遗。史载其：“用以观史，自《太初》、《三统》、《四分》，中至《大衍》，下迄《授时》，朔望薄食、凌犯进退，抉摘无遗。汉《三统术》为七十家之权舆，讹文奥义，无能正之者。大昕衍之，据班《志》以阐刘歆之说，裁《志》文之讹，两千年已绝之学，昭然若发蒙。”可见其学识精博，足以探奥发微。当时何国宗充领钦天监事，闻其善算，先往见之，说：“现今同馆诸公论及历算的已经不多了。”与大昕推讲，而自叹不如！

钱大昕著有《四史朔闰考》四卷，《疑年表》三卷，《廿二史考异》一百卷。其族子钱塘、钱坫，能传其学。钱塘，乾隆四十五年进士，经史之外，又与钱大昕之弟大昭和钱坫共同讨论历算。《清史稿·儒林》称：“于声音文字、律吕推步尤有神解。著《史记三书释疑》三卷，于律历天官家言皆究其原本，而以他书疏通证明之。又著《淮南子训补注》三卷。”

钱大昭，少大昕二十岁，事兄如师，得大昕指授，时称“两钱”。壮年游京师，尝校录《四库全书》，学问渊博。大昭之子钱侗，于历算之学，亦能究其源流。钱大昕撰《宋辽金元四史朔闰考》，未竟而卒。钱侗证以群书、金石文字，增辑一千三百余条。精湛博识，积学审微；家学承传，确有长处。

三、民间天文学家和民间小历

我国历代的民间天文学家，在天文发展史中，起到积极的作用。天文私学，很可能是造就民间天文学家的摇篮，而自学成才的途径，必然亦与家学或私学存在某些渊源。民间天文学家，或者原为天文学家编撰的历法而被称为民间小历，其名虽为小历，有的则广为流传于民间，起到良好作用。在这一节，我们叙述其梗概。

我们将历史回顾到西汉。汉武帝元封七年十一月甲子日的夜半，恰逢合朔和冬至，合乎历元要求，于是，太史令司马迁等人建议改历，汉武帝同意，并下诏征聘民间天文学家。落下闳在同乡谯隆的推荐下，从四川来到长安参加改历工作，同来的还有方士唐都；参预此项任务的尚有治历邓平、长乐司马可、酒泉侯宜君等共二十多人。落下闳与唐都虽为民间天文学家，但通晓天文学；落下闳运算转历，唐都分天部，结果以落下闳、邓平提出的“八十一分律历”，即《太初历》，优于其他十七家



历法，经过三年的测验，最符合实际天象。这是民间天文学家所做贡献的范例。

北齐张子信，在海岛坚持观测30多年，发现太阳和行星运行的不均匀性，以及视差对交食的影响。

北宋韩显符、张思训，则以当时政府征试天文术士的身份，入选而进入司天监，此后对浑仪的研制很有贡献。

卫朴，亦作为民间天文学家，由沈括提拔而进司天监，并撰《奉元历》。

及至南宋，民间天文学家对官方司天监历算的错误进行辩论与纠正，才促使南宋历法得以改进。其中，民间天文学家陈得一，就曾奉命撰《统元历》，与其共同编撰的还有另一位民间天文学家裴伯寿。

绍兴九年，史官重修神宗正史，求《奉元历》不获，诏陈得一，裴伯寿两人赴阙修补。

南宋期间，民间天文学家较为活跃。孝宗朝，布衣天文家皇甫继明对当时历法改进，亦起积极作用。

明朝，虽朝廷严禁民间私学天文，然亦有民间杰出者。史载："刘杰，字春沂，邑之城东人。警敏多艺。凡天文、谶纬、周髀之学，皆绝去师法，洞晰微奥，以日者闻，其用勾股算法推步历元，有得于守敬、一行之秘。西洋夷人庞迪莪、三拔尝与辩论，咸逊谢焉。万历中，以岁失度，诏求岩穴知历者。杰献《历考刍言》万余言。所著《尺五谈天》、《罗经解略》、《奇门指示》、《天文图》、《罗经图》。又创作百刻香、袖中日晷、马上罗经，行于世。"

民间天文学家的历史作用是这样，作为民间天文学的重要部分，民间小历，其所起作用，亦非同等闲。

尽管历代官颁历书有垄断之权，但是民间小历还有其市场。查民间历之名，见于《后汉书·律历志》载："民间亦有《黄帝》诸历，不如史官纪之明也。"而民间小历之称，则见于《宋史·律历志》所载："……其余差漏不可甚言，以是而为术，乃民间之小历；而非朝廷颁正朔，授民时之事也。"

民间小历，流传较多，在这里只列举唐朝曹士蒍的《符天历》和后晋马重绩的《调元历》。这两历的共同点是：

(1)不用上元。亦就是废除了古代历法中假想的关于日、月、五星，各种天文周期的共同起算点。

(2)"斗分"不用传统的分数形式表示，而用一万作为各种天文数据的分母，所谓"日法"为一万。

(3)不用冬至，而改用雨水作为推算一年二十四节气的气首。

《新五代史·司天考》称："唐建中时，术者曹士蒍始变古法，以显庆五年为上

元，雨水为岁首，号《符天历》。然世谓之小历，只行于民间。”

不用上元，这是唐、宋官历之所忌。唐傅仁钧造《戊寅元历》曾不用上元，后因受到批评而又复用上元。南宋杨忠辅《统天历》为了避免别人的攻击，在不用上元的同时，仍然虚立一个上元，但它依然被攻击为民间小历。由于各种天文周期，大都是无理数，彼此不可通约，不用上元，可以大大简化计算；本来这是优点，却由于不是官方颁布，竟然被贬为民间小历！然而，就是这些小历，却流行于晚唐、五代，直到宋代好几百年；《符天历》还曾流传到日本，得到行用。

曹士蒍的《符天历》[①]在中国虽已散失，但在日本却留下了较多的历史印记。以往曾有较多学者认为，《符天历》纯粹是中国传统的历法，仅在岁首、日法、历元方面进行了改革。近年来，在日本天理图书馆收藏的《天文秘书》中，发现了《符天历》的残篇《符天历经日躔差立成》的抄本，它可能是《符天通真立成法》的一部分。这一发现曾在日本掀起一个研究《符天历》的热潮。这份用于计算太阳位置的立成表证实了它与中国的传统历法不同，它列出了从近地点到远地点共180°，每度的盈缩度数和差积度数，有日行最速到最慢整个半周的数值，只需将差积度分每天加一度，便是太阳距近地点的实际行度。这份日躔立成表，很近似于$\lambda-l=A\sin l$这一公式，λ，l分别为真黄经和平黄经，两者之差就是差积度。这份立成表开头说明文字有：“日一时分八分三十三”的记载。很明显：《符天历》将一天分为一百分，一天为十二时，每时便是八分三十三。又将一分再分为一百小分，正合“日法”为一万的定义。《符天历》与印度历法有密切关系；受其影响演绎而撰成《符天历》。日本学者僧日延和尚，于公元935年到吴越国司天台学习的就是《符天历》。

我们再讨论《调元历》。《调元历》师法《符天历》、《宣明历》和《崇玄历》。《宣明历》的特点是：“法制简易，合望密近。”《崇玄历》的特点是：“用算巧，立术简捷。”看来，《调元历》是吸取这三种历法优点，兼而有之。

这些民间小历水平如何呢？《文献通考·经籍考》中的怡斋百中经曾称：“小历不但有约法，还有较正规的算法。”可见民间小历还有可取之处。

北宋制度，宫内天文院和宫外司天监每晨各自进呈夜间占候奏状，以供对勘。后来，内外两司奏状中的日、月、五星行次，皆只据小历所算躔度誊奏，不曾占候。到熙宁中，已是习以为常，其来已久。沈括任职司天监时，曾案发其欺，免官者六人，未几，其弊复如故。

后晋马重绩的《调元历》，虽然只在石晋行用五年，然而在辽国却行用48年后，辽贾俊另制《大明历》，也同《符天历》一样，不用上元，行用至金代，共142年。金·

---

① 唐宋时社会上流传曹士蒍著作有：《七曜符天历》、《罗计二隐曜立成历》和《符天通真立成法》三种。



杨级重新修订，又行用45年；赵知微又重修，行用99年。到元世祖至元十七年，改用《授时历》为止。这些北国日官们，对《调元历》并不生疏。

元初，在改用《授时历》之前，在五个学科的全体司天生规定的共同必修课程中，就有《符天历》和《宣明历》两项。只有“历算专业”的司天生，才加试金代《大明历》这一“大历”课程。由此可见，金代《大明历》，与《符天历》和《调元历》这两历法有其渊源；而且当时亦认识到民间小历确有优点，因而不拘一格，在天文教育、培养人才工作方面，加以采用了。

民间天文学家，是作为共同推动我国古代天文学进展的一种力量。民间小历则是我国整部历法中的共同财富。民间小历并非全部出自民间天文学家之手，如《符天历》和《调元历》的编制者则都是天文学家。

据考证，《符天历》亦称“万分历”；南宋王应麟《困学记闻》卷九称：“曹士蒍七曜符天历，一云合元万分历。”又考证：《调元历》没有采用万分日法，只是不采用上元积年，和以雨水为气首这两项而已。因为《五代史·马重绩传》载有天福三年(938)，马重绩上言称：“宣明(历)气朔正而星度不验，崇玄(历)五星得而气差一日，以宣明之气朔，合崇玄之五星，二历相参然后符合。自前世诸历皆起天正十一月为岁首，用太古甲子为上元，积岁愈多，差阔愈甚，臣辄合二历，创为新法，以唐天宝十四年乙未(755)为上元，雨水正月中气为气首。”可见，这历是较为严谨，且有革新的历法[①]；很有学术价值。

但是，民间天文学家编造的民间小历，为数亦不少。元末温州术士陈时敏造《温州历本》，流行于浙闽一带。明代有《应福通书》等等。这里不作详述，可参阅“参考文献”。

第十节　书院的天文教育

书院是中国古代的一种独特教育组织，肇始于唐，中经宋、元、明、清各朝，垂千余年之久。它与我国传统文化关系极为深厚，与学校教育的关系尤为密切。书院，既不同于官学，又有别于私学，是介乎两者之间的一种教育机构。

于是，书院不仅是传统私学的简单继承，而又在新的历史条件下又兼备许多职能和性质。一方面具有私人讲学的优良传统，讲学自由，研究学术，问难答辩、自学与讲授并举，并有所发扬光大，另一方面，它又是一种高级形式的私学，具有组织化、制度化、多功能等各种特点，在私学基础上，有更进一步的发展。

---

① 清代汪曰桢《古今推步诸术考》及今人已故朱文鑫《历法通志》，都称马重绩以万分为日法；不知何因。

书院的基本任务是培育人才和开展学术研究。在中国文化史上，学术思潮的兴起、学术研究的繁荣，与教育的发达乃为相辅相成，并行不悖。先秦诸子之学的昌盛，就与当时私学的活跃相关。汉朝经学，亦与汉朝的精舍密不可分。宋朝理学和书院并兴，几乎没有一个理学家不以书院作为传播学术基地；明朝家学与书院同盛，书院又成为启迪新思潮的基源，流风所被，倾动士林，开一代议论学术、时弊之风。清朝汉学的复兴，又在书院阵地，留下历史的流光溢彩。

清朝乾嘉时期，注重经史考据的汉学思潮大兴。清统治者为了禁锢思想，文字之狱使学者们只好把精力放在对经史等文献的训诂考证方面。这一学术思潮显然有脱离现实社会政治的弊端；然而，在整理，研究文献资料方面来说，则有重要的贡献。而且从治经史的汉学思潮中，演进成为“明体达用”的实学之风，即在“经制之学”中的科技教育思潮随之产生。于是，各书院讲席授徒，学派争鸣，通经致用，倡导科技之风迭起；而名家辈出，其中致力于天算者蔚然大观，如戴震之主讲金华书院，孙星衍之主讲诂经精舍，陈沣之主讲学海堂，都是讲授天算的佼佼者。

综观我国历代书院，教育传播天文历法知识的，代不乏人。在这一节，我们介绍其典型卓越者。

一、苏州郡学和湖州州学

宋朝胡瑗①，在苏州郡学和湖州州学传经授学 20 多年，倡导分科教学法，将学校分为“经义”和“治事”两斋。“经义”斋学儒家《六经》，选择心性疏通、有器局、又任大事的学生，加以培养，注重理论方面。使之将来具有较高学术道德品格，可充任朝廷政、法、刑、教各方面的高级领导人才。“治事”斋，亦称“治道”斋则侧重致用，注重实践教学。对学生分别讲授：民、兵、农、算等实用科学，体现经济之学的特点，一人治一事和兼治一事，属于专业技术性质，培养各专业技术部门的人才。这种因材施教的方法，在中国教育史上称为“苏湖教法”，对后来的影响极深，明末清初的漳南书院等，都施行这一体制。



正因为“因材施教”，培养经世应物之才行之有效，史载出自胡门先后一千七百多弟子。如长于经义的孙觉、专于政事的范纯仁，善于水利的刘彝，精于天文仪象、律吕的欧阳发。《宋史·欧阳修传》载：“欧阳修子发，字伯和，少好学，师事安定胡瑗，得古乐钟律之论，不治科举文词，独探古始立论议，自书契以来，君臣世系，制度文物，旁及天文地理，靡不悉究。”

欧阳发对天文仪象的研制，很有贡献，著有《浑仪》十二卷，《刻漏》五卷。

---

① 胡瑗(993—1059)，江苏泰州海陵(如皋)人。因他世居陕西安定堡，门人称为安定先生。他在如皋和湖州的藏书讲学处，被称为安定书院。



二、丽泽书院

南宋理宗景定四年，婺州布衣何基[1]，讲学于丽泽书院，并任院长，是北山学派创始人。婺州金华人王柏为其学生，擅天文历法。著《天文考》、《帝王历数》、《大尔雅》等。曾主讲台州上蔡书院。金履祥，亦婺州兰溪人，受业于王柏门下，《元史·儒学》载："凡天文，地形，礼乐，田乘，兵谋，阴阳，律历之书，靡不毕究。"后来金履祥又再求学于何基，自是造诣深邃；亦讲学于丽泽书院。同代人许谦，求师于金履祥，为其学术传人。《元史·儒学》称："亦通天文、地理、医经、术数之说，亦靡不该贯。"

这四人号称北山派四先生。他们是金、元之际，提倡经制之学，兼及科技教育，会通天算的嘉范。

三、紫金山学派

元初，河北邢台出现紫金山学派，在天文历法方面做出极大贡献。王恂和郭守敬就在其中接受熏陶。而主要成员则是刘秉忠、张文谦和张易。他们精通天文，洞悉术数，为才华横溢的一代宗人，其中以刘秉忠、郭守敬声誉最高，影响尤大。因其执教、研学于邢州(今邢台)西70千米的紫金山而在学术界荣获此称号。

元初这一特殊历史阶段，学派众多，学人蔚起。既有前代遗留下来的天算理论基础，又有卓越学者涌现，以及相应数学的进展。在13世纪中叶，金、元的统治下，于太行山南段东西两侧地区，出现了一个数学发展中心，如果说长江下游一带地区，在改革筹算方面，把筹算系统的计算方法，发展改进到十分完备的话，那么，在北方则从另一方面，即从设立未知数，立方程和消去法方面的天元术和四元术，也把筹算发展到登峰的程度。祖颐为朱世杰的《四元玉鉴》一书所作的序言中称及其发展过程，所提到的平阳、博陆、鹿泉、平水、绛、霍山等，都属于上面所说的山西和河北南部地段，编撰《授时历》著的王恂、郭守敬等人在未仕元之前，都隐于河北武安紫金山中，亦属这领域。这一带，特别是晋南地区，在整个金、元时期受到战争破坏最少，因而经济情况远比其他地区好，成为文化中心。许多知识分子，亦由于没有科举考试晋身阶梯以及官方的束缚，因而有许多学者隐居，自由讲学、研究。著名的数学家李冶(1192—1279)，几经周折奔波，在邢州相距不远的元氏县定居，创



---

① 何基：金华人，师黄勉斋，人称北山先生。淳祐间，召为崇政殿说书，不就，后授承务郎，主管西岳庙。著有《周易启蒙》、《近思录发挥》。

王柏：金华人，著《论语通旨》、《读易记》、《书疑》、《太极衍义》、《伊洛精义》等。

金履祥：元兰溪人，宗濂洛之学，穷究义理，本宋儒，德祐初以史馆编校召，未及用而宋亡。入元，不仕，专意著述。居仁山下，学者称仁山先生，著《通鉴前编》、《大学章句疏》等。

设龙封山书院，专讲授数学，即为例子，遂使当地算学水平随之提高。我国著名科学史学家钱宝琮先生称："金亡后数十年中，数学之进步远胜前代，李冶，刘秉忠，朱世杰三家学术，其尤为显著者也。"

刘秉忠，邢台人(1216—1274)。曾祖父为金末邢州节度副使；蒙古木华黎于金兴定四年(1220)攻占邢州，其父刘润入蒙古邢州都元帅府为都统。秉忠八岁入学，年十三，以父亲任职，为人质于元帅府。元帅一见即云：此儿格格非常，他日必贵。命僚佐教之文艺，不使列质子班，置之幕司。秉忠遂立志为学，诗文字书，与日俱进。年十七，节度使赵公引置幕下为府令史。戊戌岁(1238)时，年已二十三，遁居于武安之清化；不久，在这年入邢州天宁寺，受虚照禅师度化为僧；第二年又留居云中(今大同)南堂寺，致力学习天文、阴阳、三式诸书，及至公元1242年，他应海云禅师之邀，北上和林入见忽必烈时，已是学问博大精深的高僧了。

《张文谦传》载："张文谦，邢州沙河人(1216—1283)，幼聪敏，善记诵，与太保刘秉忠同学。"又云："文谦早从刘秉忠洞究术数。"

张易，太原交城人，生年不详。约在1238年曾与刘秉忠、张文谦等人同学于邢州紫金山。

至于王恂和郭守敬，则是刘秉忠等的及门弟子。《元史·王恂传》称："王恂字敬甫，中山唐县人(1235—1281)；父良，金末为中山府掾，已而弃吏业，潜心伊洛之学及天文律历，无不精究。"又称："六岁就学，十三学九数。岁己酉(1249)太保刘秉忠北上，途经中山见而奇之，及南还从秉忠学于磁之紫金山。"而郭守敬，据元史载："大父荣，通五经，精于算数水利，时刘秉忠、张文谦、张易、王恂同学于州西紫金山，使守敬从秉忠学。"

据史料考证，刘秉忠于1247年6月，回邢守孝，此时已是一个地位显赫官员，郭荣在这关键时机，送郭守敬到紫金山从刘秉忠就学，完全有可能①。

郭守敬受教于刘秉忠，当在他回邢守孝之时。史载："公元1248年12月，忽必烈遣使召刘秉忠北返和林，第二年春，他即自邢州北上。"

至于王恂受刘秉忠教诲，如上所述，当在己酉岁之后。钱宝琮先生亦称："王恂与诸人同学时，当在己酉后，时秉忠、文谦年三十余；守敬与恂未满二十，正李仁卿(李冶)在封龙山中教学时也。"似乎可以猜度，刘秉忠曾再次暂回紫金山授课？但史无明载，在此只作存疑。

从总体而言，此时紫金山学派人文荟萃，淳淳学风，如云蒸霞蔚，正处于将受重任，振翼待飞之时。

① 《元文类·郭公行状》："而文贞公(刘秉忠)复与鸳水翁(郭荣)为同志友，以故俾公(郭守敬)就学于文贞所。"

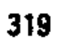
事实上，我国自汉太初以后，历法渐为成熟，又过了1000多年到元朝至元十七年(1280)，我国历法已经进行多次修改，即“历经七十改，其创法者十有三家，使历法日趋完善”。然而，许多精微之处的理论分析和计算方法，仍未解决；历法误差积累增多。例如，成吉思汗时，施用《大明历》，庚辰岁(1220)西征西域诸国，五月驻跸也儿的石河[①]，西域人与历法家耶律楚材争月食时间。西域人称五月望当食，耶律楚材说不食，结果五月望月食不效；二月、五月朔，微月见于西南。预报月食不准，月朔相差二三天，诸如此类的差误很多。这使当时只知历数，不知历理而又迷信思想严重的元朝统治者，深为不安。历法家耶律楚材亦感到《大明历》到了非改不可的时候了；他亲自修改、制订的几种历法，因故未能施行，改历的重大使命，他是不能胜任了。及至至元十三年，江左既平，局势稳定，修订新历法的重任，非紫金山学派莫属了。于是王恂任太史令，郭守敬为同知太史院事，后王恂故，郭守敬任太史令，张文谦领太史院，以总其事；枢密副使张易亦董其成。远比前代精确的《授时历》诞生了。正如钱宝琮先生说：“这个天文工作集团，完成历史上无比光荣的科学任务，无论在实际测量方面，或在推算历法方面，都有辉煌的成就。”

这是时代的选择！历史给予紫金山学派贡献尊崇的评价。

四、证人书院

黄宗羲[②]，是清初浙东史学一代宗师，主张经史结合、学习科技知识，积极提倡研究和传习“绝学”。他说：绝学者如历算、乐律、测望、占候、火器、水利之类是也。他实施的教育门类众多，并综古今中外，影响深远。他多次担任书院讲席。

康熙二年(1663)，应石门吕留良之邀，设馆于吕氏祖居友芳园，教授吕留良子侄及其友好子弟，历时四年；四年，在浙江甬上收徒，称甬上多才，皆光明俊伟之士；六年，他与姜希辙等重新恢复其师刘宗周所创办的证人书院，同张应鳌共同讲学其中，从之请学者数百人。



但是，最重要的是：康熙七年三月，他在宁波创建并主讲证人书院，前后达八年，培养学生有可考者60余人，高才者18位。奠定了清代浙东学派的基础；康熙七年，又在鄞县创办“讲经会”；十五年二月，应邀到海宁主“海昌讲席，历时五年，培养学生20余人，对浙西学术文化发展大有贡献；二十八年，他年已届八十高龄，仍讲学于余姚的姚江书院”。

---

① 撒马尔罕一带地方。

② 黄宗羲(1610—1695)，清余姚人，号梨洲，学者称梨洲先生。生于明万历年间，明亡，曾参加鲁王监国时的抗清活动。后不出，精心著述，其学以濂洛为宗，而旁及百家，先穷经而求证于史，豁然贯通。天文著作有《春秋日食考》、《历代甲子考》、《监国鲁元年丙戌大统历》等。

黄宗羲在经史方面，其渊博自不待言。然而，其在天文历算之学方面，功力亦颇精深，学贯中西，著述湛奥。《清史稿·儒林一》称：

自天官、地志、九流历象、数，无不精研，所著天文则有：《大统法辨》四卷，《时宪历法解新推交食法》一卷，《圜解》一卷，《割圜八线解》一卷，《授时法假如》一卷，《西洋法假如》一卷，《回回法假如》一卷。其后梅文鼎本《周髀》言天文，世惊为不传之秘，而不知宗羲实开之。

黄宗羲的执教可称精勤，史载其早在顺治初年，参加鲁王监国时抗清活动，在极困难条件下，还在舟中与南明礼部尚书吴钟峦讲学。暇则注解《授时》、《泰西》、《回回》三历，在军旅中还教王正中[①]壬遁、孤虚之术，并称："传我绝学者，仲㧑一人耳。"同时，还撰《监国鲁元年丙戌大统历》颁行浙东。他于甬上证人书院及海宁讲学中，尤致力于传授天文、算学九章、地理，以至西方历法。又世传其著有《勾股图说》、《开方命算》、《测圜要》等书，虽然未见于今，但从书名可知他的造诣，且其曾讲授过三角、几何和天文学。海宁人陈订，为黄宗羲得意门生之一，著有《勾股述》、《开方发明》和《勾股引蒙》；《畴人传》记述其事，亦足以证实以上之事为真，读之兴趣盎然。文称：

勾股又九章之一，古周髀积弄，今三角八线，皆勾股法也。因不得其门，每多望洋，是编如蒙童初识之无，握管作文，或析其数，或明其理，为入门之始，故名《勾股引蒙》。

又有《勾股述》二卷，自序略言：余获侍梨州黄先生门下，受筹算开方，因著《开方发明》，后因暇请卒业勾股。先生曰：勾三、股四、弦五，比大较也。古来钜公大儒从事于实学者，多究心焉，可弗讲乎。

由此可见教学相长及传承之功。陈订之子陈世佶，亦精天算，著《开方捷法》及《弧矢割圜》等书；其侄陈世仁撰《少廣补选》，专述垛积算法。就陈订之与黄宗羲来说，有师学徒继之谊，而对其与子、侄，则又存家学渊源。

然而，对黄宗羲一家，在其熏陶之下，其子黄百家，亦精历算，撰《勾股矩测解原》。史载："康熙中，明史馆开，宗羲以老病不能行，徐乾学延百家入史馆，成史志数种，其《天文志》、《历志》，则百家稿本也。"

这种子继父学之风，荫及后代，黄炳垕，宗羲七世孙，青年时尽通历算之术，"维风清声，家风日振"。同治甲子年(1864)，左宗棠奉命访求通晓勾股开方度算之人，测造沿海府县舆地图，余姚长官推荐黄炳垕参加测算，未及半年，图说俱成，付印成《测地志要》一书。戊辰年(1868)，参加浙江全省勾股术会试，拔置第一。后以品学

① 王正中，字仲㧑，保定人。崇祯丁丑进士。鲁王监国，以兵部职方司主事授余姚县事。



兼优贡太学，到北京得识数学大师李善兰，学业大进。南归之后，于光绪五年(1879)，宗源瀚任宁波令，创立辨志精舍，分六斋课士，黄炳垕应其聘，任天文、算学斋讲席十余年。两浙名士，多出其门；开浙东天算之学。其著作有：《历学南针》、《方平仪象》、《交食捷算》、《五纬捷算》和《麟史历准》等。

其弟子慈溪人盛钟圣，深得师承，亦精天算，撰《弧三角举要图解》八册。

黄宗羲以博学名家，书院讲席，家学相传，两得皆佳。其对天算传授之功，尤为显著。而冰寒于水，青出于蓝，这或许是我国教育史上的成功又一范例。

五、漳南书院

漳南书院亦是讲授天文课程的典型，其主持人颜元(1635—1704)，河北博野人，号习斋，为一位教育实践家，服膺"苏湖教法"，年轻时即已执教于蠡县各地，循循善诱，教习有方。中年时回博野县，教书于杨村，因学生很多，加强管理，订立二十则教规，即为人称道的《习斋教条》。及至花甲之岁，应郝公函之聘，主持河北肥乡漳南书院，着力经营，在院内设六斋：

第一文事斋：课礼、乐、书、数、天文、地理等科；

第二武备斋：课黄帝、太公以及孙、吴五子兵法，并攻守、营阵、陆水诸战法、射御、技击等科；

第三经史斋：课《十三经》、历代史、诰制、章奏、诗文等科；

第四艺能斋：课水学、火学、工学、象数等科；

第五理学斋：课静坐，编著，程、朱、陆、王之学；

第六帖括斋：课八股举业。

在六斋教学中，极重视自然科目，这与颜元亲身经历有关：他于年轻时广学博知，曾学医、行医；中年又学数学，并与精通西洋数学的杨计公讨论问题；且再从师学天文，深知时代进步，已非仅有经史所能济世！因而以"匡世多才"为教育目标。虽然漳南书院由于漳水泛滥所没，主持时间不长，但已明确地表示其方略。经其培养，有记录可查的学人达100人之多。高足李塨，继承和发展颜元主张，形成当时的"颜·李学派"为人称道。李塨本人，年轻时读《步天歌》，中年学《测天法》，48岁时，向数学家吴子淳问西洋三角法。著《天道偶测》一书。《漳南书院记》则录入《颜元集》之中。

六、金华书院

清朝学者江藩在《国朝汉学师承记》书中称："乾嘉学派约五十余人的行状，其中近一半学者，在治经时都涉足舆地、天文、历法、算学、音律等自然科学的研究传

习，且有专著问世。可以说，科技教育贯穿于乾嘉学派发生与发展之中。"

雍乾之际，以惠栋为代表的吴派崛起，推动了乾嘉学派的形成。惠栋的弟子钱大昕，是吴派中学术成就最大的一人，他精通经、史、天文、历算、音韵、训诂、金石、词章。

以戴震为代表的皖派出现，标志着乾嘉学派发展的高峰。皖派，擅长三礼，尤精小学和天算，对科技教育的贡献比吴派要大。戴震的老师江永，是当时经学大师，亦精通天文、历算；他撰写《翼梅》八卷和《推步法解》一书，改正梅文鼎论岁差消长之误。戴震在数学上的成就，与江永的指点有关；江永门生很多，而以戴震成就最大，史称：江永之学，戴震得其全。

戴震①，曾讲学于山西寿阳书院。乾隆三十七年(1772)，主讲浙江金华书院。其教育思想重视实学，即指实用的学科；其中包括考据、训诂和自然科学。他之所以如此，其出发点是为会通经史，他认为："经文难明者，尚有若干事。"诸如天文、算学、舆地之类。"不知恒星、七政所以运行，则掩卷不能卒业"，"不知地名沿革，则禹贡、职方失其处所"。

在他的教学内容中，常把天文、算学、地理、工艺等作为治经、教学的要目，列为必学的课程。他在同友人和弟子的议论中，要想建立一个庞大的学说理论体系，名曰《七经小纪》②，分为五个门类：

训诂篇：即语言学；

原象篇：即天文算学；

学礼篇：即关于社会政治学；

水地篇：即关于地理工程学；

原善篇：即关于道德、哲学。

他认为："圣人之学，如是而已。"其实，这就是以自己教育、研究的思维方法，来解释七经的一种较为明晰的模式。当然亦贯彻在金华书院的教育实施之中。然而，他主持金华书院教席只两年之久，而实际上在其早年的教馆生涯里，已体现这种精神，而行之有效。

戴震的学术成熟甚早，乾隆九年(1744)，著《策算》，讨论用明末传入中国的西洋讷伯尔算法，进行乘除，开方的法则；两年后，著《考工记图注》二卷。《考工记》是

---

① 戴震(1723—1777)，字东原，安徽休宁隆阜(今屯溪市)人。幼从江永学，出所学质永，永为之骇叹。1762年，时40岁方中举；次年起至1775年六次上京会试不第。乾隆命他与当年贡士一体殿试，赐同进士出身，授翰林院庶吉士。通经史，尤长天算，学识渊博。天算著作有《迎日推策记》、《历问》、《古历考》、《续天文略》；考据、音韵方面有：《声韵考》、《原善》等。

② 七经：诗、书、易、礼、春秋、论语、孟子。



一部记载先秦礼乐及宫室、车舆、剑戟等制作规程的著作，后因《周礼·冬官》散失，遂以之充冬官；历来学者苦于此书难读，戴震为之绘图说明，并作订正。此书问世，纪晓岚[①]等视为奇书。乾隆十九年，戴震到北京，即受聘为纪晓岚家馆席，撰写《勾股割圆记》三卷：上卷为平面三角法，中卷为球面三角法，下卷为球面斜三角形解法，附图 55 张；于是名震京师，钱大昕，秦蕙田[②]等争相结交；当时秦蕙田正在纂修《五经通考》，求精于推步之士，钱大昕即为推荐，当日就延聘至其官邸，听其讲《观象授时》，后成书 14 卷。并以《勾股割圆记》作为《古今算法大全》范本，其见重如此。第二年，礼部尚书王安国亦请他设馆教其子，这就是后来的皖派大学者王念孙。第三年，即 1757 年，戴震南还，及至乾隆三十七年，才主讲金华书院。

乾隆三十八年春，诏开《四库全书》馆，这年秋，戴震以举人特召充校《永乐大典》纂修及分校官。当时，纪晓岚虽为经史大师，然天文算法非其所长；因而，推荐他负责经部和子部天文算法类图书的整理校勘。戴震在编修《四库全书》时，以非凡的才能和毅力，在工作四年期间，从成书于 300 多年前的《永乐大典》中辑录出：《九章算术》、《周髀算经》、《海岛算经》、《孙子算经》、《五曹算经》、《五经算术》、《夏侯阳算经》，收集到《张丘建算经》、《缉古算经》、《数术记遗》等久已散佚的汉唐算经，并加校勘。使古算十经重新问世，现今所流传的各版本汉唐算经除宋版及其影钞影印版外，皆为戴震的校本或以其为底本；结束了自金元以后的三百年间，古算沉寂，《算经》散失，天算教育如残弦欲断的局面，从而掀起乾嘉时期的学习、研究天算的高潮，其功劳不可谓不巨大。

戴震的学识及教育内容领域极为广博，考据功力甚深。其在《四库全书》馆期间，尚有经史如《大戴祀记》等手订古籍著作。段玉裁称其："凡故训、音声、算数、天文、地理、制度、名物……等，莫不究乎其实"；而论著极丰。其他科目暂不叙述，在这里只再举列其所著《释天》四卷，乃为借六经以释天文。卷一论黄赤道极，卷二论岁差，卷三论里差，卷四论历法应随时测验；此书亦为治经而作，后来与《勾股割圆记》合为《原象》一书，足以证明其在天算之学，造诣极深。

梁启超曾把清代通历算者，分为三类人，"一是奉职于钦天监的台官，率多下驷，唯明安图等少数人有成就。一是经师，因治经史有待于算学，以算学为其副业。一是专门算学家，如焦循、汪莱、李锐等。经师大率借算以解经史，于算学本身无甚发明，而戴震等是例外"。

戴震学崇行优，言传身教，流风余韵，嘉惠士林。在这里列举其及门弟子，或受其影响的佼佼学人：

---

① 纪晓岚，即纪昀，清乾隆时任《四库全书》总编纂，经史大师。

② 秦蕙田，当时任刑部尚书。

孔广森[1]，戴震门生，在算学测算方面，罗士琳称："曾师事休宁戴震，因得尽传其学。"孔广森在天算割圆术方面稍有成就；在其著作上说："密弧求法，宣城御史大夫梅(瑴成)公书中曾载焉，至其弧背弦矢互求，亦各有乘除之法，世则罕有传者，广森幸得闻之於灵台郎陈君际新。"事实上，在他所得知的"弧背弦矢互求"的四个算式之外，他又导得弧径互求两算式；而在"割圜弧矢十术"中，又得弧矢新式有四。虽为自己发现，然亦有老师启迪之劳。

焦循[2]，一生服膺戴震，在中举之后绝意仕途，潜心研究和传播经史与天算之学。算学著作传世的有《释轮》二卷，论述第谷天文学中本轮、次轮的几何理论。《释椭》一卷，介绍卡西尼学派天文学中椭圆的几何理论。《释弧》三卷，分析三角八线的产生和球面三角形的解法；这三种著作总结了当时的天文学中数学基础知识。

焦循于乾隆乙卯(1795)在杭州浙江学政阮元官邸任幕府。此时阮元从西湖文澜阁四库中钞录李冶的《测圆海镜》、《益古演段》二书，即命焦循寄往吴县李锐校勘，于嘉庆二年校毕，付《知不足斋》主人鲍廷博刻人丛书中，时人始知有天元求积之术。阮元在浙江学政道上，出奇立新，曾专设天文、算学科取士，聘焦循协助审阅文卷。可见焦循之声望！

凌廷堪[3]，仰慕江永和戴震论点，留意于学习天算。乾隆五十五年中进士，例授知县，投牒吏部，自改教授，说：必如此乃可养奉母亲，并且治经；选授宁国府教授，致力著述，贯通群经，训诂律吕，以及九章、勾股、三角八线中西历算之学。尤其是球面三角的解法，原有六种类型，经他归纳为三种类型，比梅文鼎、江永和戴震的解法更为简明；著《弧三角指南》一书。

凌廷堪学识较为渊博，在经史方面著有《礼经释例》13 卷，《燕乐考原》6 卷，《校礼堂文集》36 卷。

凌廷堪与阮元早交，于 20 岁左右即初识，但凌廷堪比阮元大 9 岁；后阮元任浙江抚道，延请凌廷堪教导其长子阮长生，并令为其校刊《礼经释例》一书，师生情谊融洽。后阮长生学有成就，曾任直隶清河道；学艺上精钟鼎大小篆，著有《后汉洛阳宫室图考》。

凌廷堪著作，多为其弟子张其锦奔劳辑录，方得以成。《畴人传·凌廷堪记》载："其弟子宣城张其锦，徒步至歙，复北走东朐，访其遗稿辑录以归。先生积有刻书之资，寄于茶客，茶客负之。其锦又走京师，告之阮相国，相国函致安徽钱中丞

---

① 孔广森(1752—1786)，字众仲，号㧑约，又号顨轩，撰《少广正负术内外篇》。

② 焦循(1763—1820)，字理堂，江苏甘泉(今扬州)人，嘉庆六年举人。经、史、历、算、声韵训诂诸学无所不精。

③ 凌廷堪(1755—1807)，安徽歙县人。



楷，掏茶客归其资，于是始刻《校礼堂集》及《燕乐考原》诸书。"情节迷离曲折，读之方知人间辛酸。

清朝学者罗士琳与凌廷堪同乡，且为葭莩戚(远方亲戚)，又曾问字于凌廷堪，知之甚详。

汪莱[①]，是戴震的"皖派"后学，他致力于经史研究的同时，更倾心于攻读算学和天文学，其一生经历坎坷，自幼家贫，以至以草根树皮为食，屡次应试均未及第，终不得志，于45岁时英年早逝。然而，他的数学天赋极高，在天算，尤其在代数方程理论方面，意境深邃，贡献极多，为同仁所不及。

乾隆五十三年(1786)，当时他年方20岁，即在苏州课馆谋生，得识焦循，开始研读天算著作；三年后回故里歙县，与学人巴树谷涉足于五星见伏和黄赤交角变化的研究，这是有关球面三角学的问题，他颇获心得，连同数年前在苏州研究成果，集成《弧三角》一书，内容讨论球面三角形已知二角一对边，或二边对一角，有两个解的各种情况。后又写成《勾股形》一书，内容为讨论勾股相乘积，与勾股和常有两个解案。嘉庆三年(1798)，巴树谷将这两书合刻成初版本《衡斋算学》。此后这部书的其他分册先后撰辑。

第三册《平圆形》，于同年写成，讨论已知一弧的通弦求五分之一弧的通弦。第二年再撰第四册，内容为讨论已知球面三角形的三个要素，求此三角形只有一个解的条件。

嘉庆六年，他自歙县至扬州，在翰林秦恩复家中课馆；秦家藏书甚丰，且往来者皆为名士，因与数学家张敦仁、江藩等相过从，情好相投，共同切磋，于此期间写成第五册，内容为讨论代数方程，列写出24个二次方程式和72个三次方程式的"根与系数"正负号的关系。同年，他自扬州至六安，途中完成第六册，内容讨论弧矢关系。嘉庆八年，汪莱自六安返扬州，第二年，张敦仁任扬州知府，李锐应聘为其幕府，焦循、凌廷堪等人亦都在扬州，群芳荟萃，珠联璧合，汪莱的更严谨的代数方程理论第七册遂成。

嘉庆十年，夏銮来歙县任新安训导，到处求贤，曾登汪莱家门；夏天，汪莱回故里得知此事，立即前往谒见，与夏銮相见甚欢，经夏銮推荐，汪莱参加岁试，并被举荐为优行督学。之后，夏銮又命其门生胡培翚、长子夏炘、四子夏燮随汪莱学数学。第二年，汪莱再去扬州课馆，焦循亦设馆于城中，两人经常讨论算学；再过一年，汪莱在歙县参加考试，以优行第一成绩，考取了八旗官学教习。

嘉庆十二年，他被选入国史馆参与纂修天文、时宪两志的工作。在这期间，他

① 汪莱(1768—1813)，号衡斋，安徽歙县人。

读到明安图的遗稿《割圜密率捷法》，有所启发，于是，对数年前所写的第六册进行修订。国史馆任务完成后，于嘉庆十六年被派往石棣县任训导，同年将第七册算书单独付印。他在教习中，对喜欢算学生员，都给予教诲；过了三年，卒于任所。

他去世后，夏銮十分关心，命夏炘和胡培翚搜集汪莱书稿，集成《衡斋遗书》九卷，但未付印。及至咸丰四年(1854)，夏燮任江西鄱阳知县，从胡培翚后代访得书稿本，连同《衡斋算学》七册一起刊成《衡斋算学遗书》合刊本。

《衡斋算学遗书》中，有关天文学论文很多，前面述及的球面三角学已属天算内容，然而《遗书》中有"覆载通几"一卷，直接阐释第谷体系的行星和日月运动的数学问题论证，更属相关。

汪莱，以一介寒儒，致志于天算研究和教育，其数学的特殊贡献，已载入史册，其教育风范，亦树丰碑。

七、诂经精舍

清朝学术地位最高的，可算是诂经精舍和学海堂这两书院了。而且真正组织起考据学的最高学府，成为古文训诂的通经义大学堂；兼授自然学科卓有成效的，亦以此两书院著称。

阮元[①]，亦是戴震后学的中坚，少年早达，本人亦擅长天算。年轻时对"中西异同、今古沿革；三统六分之术；小轮椭圆之法"；就已"旁稽载籍、博问通人"，被认为是"博观古籍，兼明中西"的学者。一生重视教育，《诂经精舍》就是他在浙江巡抚任上，于嘉庆五年(1800)，在西湖孤山之滨设立的。他在《西湖诂经精舍记》中称：

> 予督学浙江时，聚诸生于西湖孤山之麓，成《经籍纂诂》百有八卷。及抚浙，遂以昔修书之屋五十间，选两浙诸生学古者，读书其中，题曰诂经精舍。精舍者，汉学生徒所居之名；诂经者，不忘旧业，且勖新知也。



复兴汉学自命的乾嘉学风，就充分体现在这书院的名称上了。不仅如此，他还亲自规定教学内容，除经史，小学以外，尚兼及天文、地理、算学等。他尤其注重延聘名师担任讲席。

在这之前，于江南一些大的书院，已开始讲习经史。如南京的钟山和惜阴，苏

---

① 阮元(1764—1849)，江苏仪征人，号芸台。乾隆五十二年，初次会试不中，留京撰《考工记车制图解》，有独到见解。五十四年中进士，此后飞黄腾达。任山东、浙江学政，经筵讲官，兼管国子监算学，翰林院侍讲，国史馆总辑，会试副总裁、总裁。并任浙江、河南、江西巡抚；湖广、两广、云贵总督，体仁阁大学士，加太傅。著作：从经籍训诂、金石至天文、历算、地理，范围很广，有《经籍纂诂》、《十三经校勘记》、《皇清经解》，主编《畴人传》等。有四子：长子，长生；次子，福；三子，祐；四子，厚。



州的紫阳，扬州的梅花和安定。王昶[①]、钱大昕等肄业紫阳；段玉裁、王念孙、孙星衍[②]等则肄业梅花或安定。其后，皆成当代经师。

著名儒师孙星衍就曾应聘讲席于《诂经精舍》，教习有方，因而请业者盈门。《畴人传四编》载：

> 浙江巡抚阮文达公聘主诂经精舍讲席，以经史疑义课士，旁及小学天部地理算法词章，各听搜讨，书传条对，以观其器识，请业者盈门；未十年，舍中擢巍科入馆阁，及撰述成一家言者，不可胜数。未几起用，署山东登莱青道、补山东督粮道。嘉庆十六年引疾归，客扬州，主讲钟山书院。著书数十种，为岱南阁丛书、平津馆丛书，其有关历算者为《史记天官书考证》十卷。

孙星衍经史天学兼通，循循善诱，润物无声，教泽广被。阮元自己，亦拟定有关中西天文算法交流历史，及其有理论价值的试题，对学员进行考查。

被聘请为主讲的经师，还有王昶、陈寿祺以及俞樾等，都是一流经师。尤其是俞樾，担任主持讲席及山长达 31 年之久。

《诂经精舍》于光绪三十年(1904)停止，首尾近百年。“钟英毓秀，人杰地灵”，精舍中任教名师近百人，学员脱颖者甚众。《诂经精舍文集》共八集[③]之多，生徒著作姓名可考者有 1000 多人。晚清著名学者章太炎，就曾在《诂经精舍》受业于俞樾门下七年之久。不仅培养了一批经史学者，亦培养了一些明算学人。钱宝琮先生在其《浙江畴人著述记》论文中载：

> [阮]元校浙士时，尝以天文算学别为一科，聘江都焦循佐阅文卷。《定香亭笔谈》[④]云：余于天文算法中求士，如临海洪颐煊，震煊；归安丁传经，授经；钱塘范景福，海盐陈春华等，皆有造诣，然以临海周治平为最深。抚浙时复立诂经精舍于西湖之滨，集诸生以时讲肄其中，一时明算之士如德清徐养沅，乌程张鉴辈复皆出其门下。范景福字介兹，著《春秋上律表》(1802)。徐养沅字新田，张鉴字春治，皆有天文算学著述多种而未传



---

① 王昶(1725—1807)，青浦人。学者称兰泉先生。乾隆进士，湛深经学，精于考证。曾为娄东、敷文两书院山长。从游就学者两千多人，是有名的书院教育家，著有《天下书院总志》20 卷。

② 孙星衍(1753—1818)，江苏阳湖人，乾隆五十二年赐进士及第，授翰林院编修，充三通馆校理，散馆二等用刑部主事，迁员外郎，授山东兖沂曹济道山东按察使，布政使。工经史、文字、音韵、训诂之学，曾主持诂经精舍和钟山书院讲席。

③ 《诂经精舍文集》：《初集》14 卷，阮元手订，刊于嘉庆七年。《二集》8 卷，罗光俊手订，刊于道光二十二年。《三集》11 卷，俞樾等编印，同治五至九年刊印。《四集》16 卷，刊于光绪五年。《五集》8 卷，刊于光绪九年。《六集》12 卷，刊于光绪十一年。《七集》12 卷，刊于光绪二十年。《八集》12 卷，刊于光绪二十三年。四至八集，皆山长俞樾手订。八集之中，论文 2000 多篇。

④ 《定香亭笔谈》，阮元著，扬州琅嬛仙馆 1800 年。

于世。

八、学海堂

阮元在任两广总督时，又根据创办《诂经精舍》的经验，于道光四年[①](1824)，在广州越秀山创立学海堂，实质上为书院建制；六年，制定《学海堂章程》，规定不事科举课试之文，而由学员在《十三经注疏》、《史记》、《汉书》、《文选》、《杜诗》、《昌黎先生集》、《朱子大全》等书中，自择一书肄业。

《学海堂》不设山长，实行学长制。据考证，先后有55人担任学长讲席，其中皆为学优行洁的学者儒师，如陈沣、吴兰修、赵均、林伯桐、曾钊、徐荣、熊景星、马福安、吴应逵等。每届以八位学者为学长，各人用自己专长，教育学员，齐心协力，同司课事！

对于学员，则实行"专课肄业生"制度，允许专课生各因自己天资，自择一书肄业，在八位学长中择师而从。《学海堂》学员严格实行学习日程。这日程包括：对所读的书或先句读；或加评校；或抄录精要；或著述发明；每人有一日程簿，依日自为填注；注重自学与独立研究，取得较好效果。在这种教育熏陶下，人才迅速成长，著述很多。

史载《学海堂》于光绪二十九年停办，存在约80年。刊印学术文集有：《学海堂全集》[②]、《学海堂课艺》、《学海堂经解》[③]等，其中有的为师生合写，有的为学员独立撰写。据考证，学员文集有30余种，有著述问世的学员可查者有300多人。

《学海堂》学规，虽没有如《诂经精舍》所制订的以经史为主，旁及天文、算学、地理等的条文记述，然而，它与《诂经精舍》的学制和学风，似有承袭关系。我们如果再从学长的"专长"来看，可以猜度《学海堂》亦教习天文历算。况且，《史记》、《汉书》中多有天文律历，学员选择一书肄业之时，必然涉及天文学的咨询。

陈沣[④]为《学海堂》资深学长。《畴人传四编》述其事迹甚详称：

> 陈沣……年二十三中式举人，六应会试不第，大挑二等，选河源县学训导，两月告病归，拣选以知县用，到班不就，请京官职衔，得国子监学录，为学海堂学长数十年。至老为菊坡精舍山长。英伟之士，多出其门……所著有《声律通考》、《切韵考》、《汉书地理志水道图说》、《汉儒通义》、《说

---

① 或称于道光元年设立。

② 《学海堂全集》四集。《初集》十六卷；《二集》，廿三卷；《三集》，廿四卷；《四集》，廿八卷。道光五年学海堂启秀山房刻。

③ 《学海堂经解》180种，1400卷。见《中国的书院》，朱汉民，商务印书馆，1991年版，第24页。

④ 《清史稿·儒林三》载：陈沣，字兰浦，广东番禺人。道光十二年举人。凡天文、地理、乐律、算术、篆隶，无不研究。



文声读表》、《水经注提纲》、《东塾读书记》、《琴律说》、《文集》诸书。又撰有《弧三角平视法》一卷，其自为序曰：弧三角图，以斜视绘之，则诸线皆见，然初学者每苦其繁密。钦定历象考成有一图，以平视绘之，使一角对圆心角，旁两弧变为直线。两弧之正弦正切，皆与其弧合为一线。窃取此法，以绘正弧三角诸图，则简而明矣。凡十六法，综而该之为四法，则更简明矣。斜弧三角作内外垂弧，仍以正弧三角算之，故不复作图也。此余廿年前旧稿，今录而存之，以授初学者。又撰《三统术详说》四卷。

这是投影几何方法，用于球面三角的范例，颇有创见。亦为《学海堂》有天算教习的佐证。

综观《诂经精舍》和《学海堂》的业绩，不仅成为浙江、广东两省的文化学术教学研究中心，而且树立楷模于全国，由是许多省都仿而效之，设立了不少类似的书院。如：上海的《诂经精舍》和《龙门书院》，江阴的《南菁书院》，武昌的《经心书院》，长沙的《校经堂》，成都的《尊经书院》等，它们的办学宗旨和学规都大致相同。

九、瑞安天算学社

瑞安天算学社，其前身为瑞安学计馆。这馆原为清朝经学大师孙诒让[①]所创办，他一生在温州、处州（今丽水）地区创办各级学校达三百多所；尤重视天算，认为算学是“六艺”之一，对于“步天测地，制器治兵，厥用不穷”。于是，在光绪二十一年(1895)十月发起，经瑞安县立案，在第二年二月成立瑞安算学书院；三月，改名为瑞安学计馆。光绪二十二年三月正式开学，馆址在城内卓敬祠堂[②]。卓敬，是瑞安自宋明以来治历算很有成就的先哲。学计馆聘请林调梅为总教习，因病改陈范继任，两人皆为数学家。瑞安学计馆于光绪二十八年，与瑞安方言馆合并成为瑞安普通学堂，但仍设算学班；前后存在六年。

瑞安学计馆学风醇正，学员们除课堂习业之外，还涉及更深算学知识。光绪二十五年三月八日，学员们成立以专门研究天文算学的团体——瑞安天算学社。此举，孙诒让甚为赞同，亲为撰写《瑞安天算学社序》，略称：

古之达士，知天文而通九数者，谓之畴人，依声类以诂其谊，则畴之言犹俦也……余谓我朝明算专家，以梅勿庵，戴东原为宗。读其书者咸谓勿庵之言甚明，唯恐人之不解；东原之言奥衍，唯恐人之易解。虽其学之优劣固不系是，而其用心之公私，廓然不可诬已。我乡多好学深思之士，然

① 孙诒让(1848—1908)，浙江省瑞安人，同治举人，官刑部主事。

② 卓敬，瑞安人，明洪武戊辰科榜眼，官给事中。遇事敢言，曾建议徙燕王于南昌，事不行。燕王即位，执敬数之，怜其才，命系狱，不屈，夷三族。燕王曾叹：国家养士三十年，惟得一卓敬。

不免或囿于私，往往矜己而且以嫉人……欲袪斯弊，而道以大公，则莫若揭勿庵之旨以为准的，唯恐人之不解，而人与己相悦以解，公其所得，以互相饷遗，由是而跻于湛绝精妙之域，则参泰西学会之意，以复兴中国固有畴人之盛业，意在斯乎。

天算学社的社址是孙诒让所提供的"诒善祠塾"。有社员16人，孙诒让的从侄孙冲为社长，设有专门图书馆，定期举行研讨会，编印《社藏中西算学书目》二卷。社员黄鼬枢的学术论文曾发表于当时颇有影响的《南洋七日报》第十期上。

天算学社是当有研究性学术团体组织，兼有教育性能。光绪二十七年年底，由于社员星散，学社而告结束，只存在三年时间。

瑞安天算学社开我国创设研究天算学术团体风气之先，留下先辈天算学者们前进的足迹；在历史上应给以一席之地。

第十一节 中国近代的天文教育

鸦片战争是中国近代史的开端，是中国长期的封建社会向半殖民地半封建社会转化的开始，也是中国人民反帝反封建的资产阶级民主革命的起点。从1840年第一次鸦片战争之后，宣告清政府闭关锁国政策失败；中国社会经济、文化、教育等的腐朽落后都暴露无遗。于是，朝野有识之士，力主改革教育，向西方学习先进科学。

自第二次鸦片战争到甲午海战这35年的时间，在中国近代史上称为洋务运动，它是中国半殖民地半封建社会形成时期，同时也是近代中国资产阶级学校萌发的阶段。洋务运动的代表人物是奕䜣、曾国藩、李鸿章、左宗棠、张之洞等人。洋务派最早创办的一所"洋学堂"就是京师同文馆。

京师同文馆成立于同治五年(1867)十一月，其成立初衷，可溯源于咸丰十年(1860)，原为培养外交官员而设[①]。然而，在开办后四年，洋务派即提出以培养天算人才为由，加以扩展，揭开尔后在全国开办船政水师、武备各类学堂的序幕，这一筹措，因其在中国近代史上极为重要而载入史册。

既然我国近代天算的发展，遭逢这良好契机，那么，我们应当在这里略述其振兴天文算学的历史事实，其余的，则无意过多涉及。

---

① 当时，咸丰八年签署中英天津条约，有一条款特别规定："嗣后的条约第一类文件的英国文书，俱用英文书写，暂时仍以汉文配送，等中国学生熟悉英文后，即为取消，期限为三年。"因而，培养外文官员，成为当务之急。



一、京师同文馆

(一)概略

京师同文馆成立于1862年6月11日,为培养"译员","通事"的外语学校,附设总理各国事务衙门。初设英文馆,学员10人;1863年增设法文和俄文馆,学员各10人;各馆分立,分馆教习。1866年12月,恭亲王奕䜣等奏请增设天文算学馆,招收30岁以下学员,第二年开始招生,报考的有"正途"和其他人员98人,实际参加考试72人,录取30名,开馆肄业。自此,成为中等专科学校,课程逐年增加,教习天文、算学、平三角、弧三角、微积分等。1868年,聘李善兰为算学总教习;1869年,聘美国教士丁韪良为总教习;1871年,又设德文馆;至此学生增至120人左右;同年,又设医、生理学讲座;1872年,总教习会同各馆教习,拟订八年课程计划,从此开始有统一章程。1886年录取学员达150人。1896年,重新修订课程计划,前五年为中等学校程度,后三年课程相当大专。前三年侧重外语,后五年则侧重科学技术教习。1896年增设日文馆。1902年并入京师大学堂。前后存在40年之久。

(二)历史的选择

京师同文馆之得以发展,经历了非同平凡的论争。洋务派首领恭亲王奕䜣与顽固守旧派之间,为设立天文算学馆一事而进行艰苦的辩论,他据理力争,慷慨陈词,不失为卓识之举。

同治五年(1866)十一月初五,奕䜣奏折:

> 因思洋人制造机器、火器等件,以及行军、行船,无一不自天文、算学中来……臣等公同商酌,现拟添设一馆,招满汉举人及恩、拔、岁、副、优贡……并准令前项正途出身五品以下满汉京外各官,少年聪慧,愿入馆学习者,呈明分别出具本旗图片及同乡官印结,一体与考,由臣等录取后,即延聘西人在馆教习,务期天文、算学,均能洞彻根源,斯道成于上,即艺成于下,数年以后,必有成效。

此奏折得同治皇帝批准,同年十二月十三日,奕䜣再上奏折,就成立天文算学馆的必要和可能性,进一步论证,并拟定有关:教习、考试、考勤、津贴、奖励晋升等六条学制规则附上,亦得到批准。

然而,反对的意见出来了,大辩论开始了。同治六年(1867)正月二十九日,山东道监察御史张盛藻递上奏折称:"近见邸钞,总理各国事务衙门请设同文馆,专用正途科甲人员,学习天文算术,以为制造轮船、洋枪之用。胪列六条,意在专讲习,

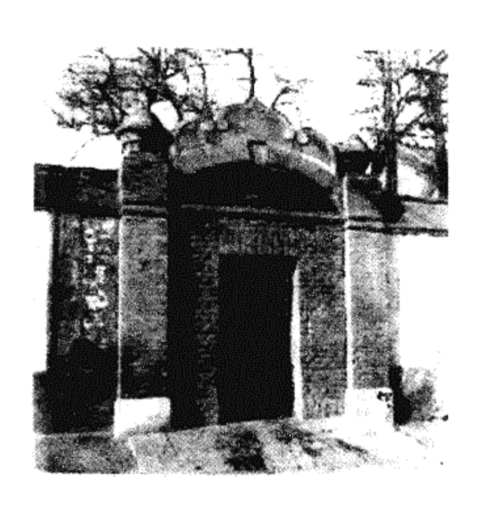


图 3－7　京师同文馆旧址

勤考课；又恐人之不乐从也，乃厚结廪饩，优与奖叙，以鼓舞之，其诱掖奖劝用心苦矣……臣以为设立专馆，只宜责成钦天监衙门考取年少颖悟之天文生、算学生，送馆学习，俾西法与中法互相考验。至轮船、洋枪，则宜工部遴选精巧工匠或军营武弁之有心计者，令其专心演习，传受其法，不必用科甲正途官员肄习其事，以养士气而专责成。"

此奏折当即受到同治皇帝批驳，称："朝廷设立同文馆，取用正途学习，原以天文算学为儒者所当知，不得目为机巧。正途人员用心较精，则学习自易，亦于读书学道无所偏废。"

照理说，守旧派应当有所收敛，然而，出乎意料，同年二月十五日，大学士倭仁，亲自出面来反对了，他上了一道奏折说："窃闻立国之道，尚礼义不尚权谋；根本之图，在人心不在技艺。今求一艺之末，而又奉夷人为师，无论夷人诡谲未必传其精巧，即使教者诚教，学者诚学，所成就者不过术数之士，古今来未闻有恃术数而能起衰振弱也。天下之大，何患无才。如以天文、算学必须讲习，博采旁求，必有精其术者，何必夷人，何必师事夷人。"

这样，辩论再次掀起。同年三月初三日，奕䜣不得不又上奏折称：

> 臣等复与曾国藩、李鸿章、左宗棠、英桂、郭嵩焘、蒋益沣等往返函商，佥谓制造巧法，必由算学入手，其议论皆精凿有据。左宗棠先行倡道，在闽省设立艺局、船厂，奏交前江西抚臣沈葆桢督办。臣等详加体察，此举实属有益，因而奏请开设天文算学馆，以为制造轮船、各机器张本，并非空讲孤虚，侈谈术数，为此不急之务……在臣等竭虑殚思，但期可以收效，虽冒天下之不韪，亦所不辞。该大学士既以此举为窒碍，自必别有良图，如果实有妙策，可以制外国而不为外国所制，臣等自当追随该大学士之后，



竭其愚昧，悉心商办，用示和衷共济，上慰宸廑。

倭仁得知这奏折后，并不甘休，于同年三月初八日，复再上奏折说："夷人机心最重，狡诈多端，今欲习其秘术以制彼死命，彼纵阳为指授，安知不另有诡谋？奴才所虑堕其术中者，实非过计耳。"

同年三月十九日，奕䜣连上两奏折，力排其议。其一曰：

> 自倭仁倡议以来，京师各省士大夫聚党私议，约法阻拦，甚且以无稽谣言煽惑人心，臣衙门遂无复有投考者。是臣等未有失人心之道，人心之失，倡浮言者失之也……惟时势艰难，势同厝火，自不得因浮言煽惑置为缓图。只有竭尽愚忱，不敢稍萌懈志。

其二曰：

> 惟查倭仁原奏内称"天下之大何患无才，如以天文、算学必须讲习，博采旁求必有精其术者，何必夷人"？据此，是内外臣工先后二十余年所求而弗获者，倭仁耳目中竟有其人，不胜欣幸！相应请旨饬下倭仁，酌保数员；各即请择地另设一馆，由倭仁督饬，以观厥成。

此两奏折似乎打动了同治皇帝，当天即下谕倭仁，令其"酌保数员，另行择地设馆"。这下吓乱了倭仁，于两天之后立上奏折称："奴才并无精于天文算学之人，不敢妄保。"

在这场辩论中，持续数月，波及各省，有持否定，亦有持中立的，显宦要员意见纷纷。

同治六年三月二十七日，通政使于凌辰奏折称："今天文算学招考正途人员，数月于兹，众论纷争，日甚一日……天文算学馆甫设而争端即启，争端启则朋党必成。夫天文算学本属技艺之末，其果能得力与否尚不可知，而先令臣子别户分门，开国家未有之风气，所关实非浅显。"

同治六年四月十三日，崇实上奏建议各省督抚推荐算学人才，不须尽师西方；使之与西士互相考证即可。

还有直隶知州杨廷熙，于五月二十二日，递上长篇奏折称："为天象示警，人言浮动，请旨撤销同文馆。"他提出十大不可解者，并说同文馆之设，创制非宜，谨请收回成命。

这奏折震怒了同治皇帝，七天之后，下谕略称："前因天旱，诏求直言，杨廷熙呶呶数千言，甚属荒谬，以知州微员，因同文馆之设，痛诋在京王大臣，是何居心！且谓天文算学，疆臣行之则可，皇上行之则不可；又谓事在必行，恳将翰林、进士科甲

有职事官员撤销，尤属谬妄！”对杨廷熙严加斥责。由是，洋务派终获胜利①。

从此，京师同文馆得以扩展，许多自然科学逐渐引进。所以天文算学馆的成立，可以说是中国的官办讲习自然科学的学校起始，在这里孕育了未来的京师大学堂。这是时代进步的必然，这也是历史的选择！

(三)京师同文馆课程和考试

京师同文馆内各馆分前、后馆两级，学员入学先进后馆，待学业有长进后方升至前馆。学制为三年，后改为八年。按规定前三年只学汉语和外文，待基本掌握之后，才进入下阶段学习其他各科。八年制教学大纲如下：

首年：认字写字，浅解辞句，讲解浅书；

二年：讲解浅书，练习句法，翻译句子；

三年：讲各国地图，读各国史略，翻译选编；

四年：数理启蒙，代数学，翻译公文；

五年：讲求格物，几何原本，平三角，弧三角，练习译书；

六年：讲求机器，微分积分，航海测算，练习译书；

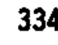
七年：讲求化学，天文测算，万国公法，练习译书；

八年：天文测算，地理金石，富国策，练习译书。

以上为少年入学而设，对招考来的举人、秀才等，年事稍长，无暇肄及洋文的，共须五年。

首年：数理启蒙，九章算法，代数学；

二年：学四元解，几何原本，平三角，弧三角；



三年：格物入门，兼讲化学，重学测算；

四年：微分积分，航海测算，天文测算，讲求机器；

五年：万国公法，富国策，天文测算，地理金石。

考试制度：

(1)月课　每月初一举行；

(2)季课　每年二、五、八、十一月初一举行；

(3)岁试　每年十月，定期面试。

在岁试的时候，起初月课季考仍然举行，同治四年起，规定季考时停

① 在辩论之时，已是慈禧太后垂帘听政之际，她的态度如何呢？据 Frank Swetz 在《中国的数学教育》一书中提到：同治六年四月初二(公元1867年5月5日)慈禧圣谕：“学习数学与天文学，是今日当务之急。”看来她是支持的。见《近代数学教育史话》，张莫宙、曾慕莲、戴再平著，人民教育出版社，1990年，第2—14页。



止该月月课，以免重复。

(4)大考 每届三年，举行总考试一次，由总理衙门主管。

(四)教学附属设施

京师同文馆馆址是清代蒙籍首相赛尚阿旧居，今北京市东城区东安门北街。同文馆内设立的机构可考的有：

星象台。光绪十四年(1888)建造："上设仪器，顶盖四面旋转，高约五丈，凡有关天象者，教习即率馆生登之，以器窥测。近年所编中西合历一书，深资甚助，裨益良多矣。"

藏书阁。始建于同治十一年。这年，法兰西京都大学院赠书共约 180 多本，内容为化学、医学、格物、算学、地理、农田、兵法等学科，及字典、诗、史等。通过馈赠，收购及自己印刷等渠道，到并入京师大学堂前不久，藏书已达 3700 册，其中汉文经籍等 800 余册，外文书 1900 余册，汉文算学等书 1000 余册。

印书处。创始于同治十二年，其中配备中体和罗马体活字四套，手摇印刷机七部，主要承印本馆和总理衙门的书籍文件等。

翻译处。光绪十四年设立，主要为总理衙门提供咨询和译员。

据学者考证，同文馆还曾设过化学、格致、医学等馆，但资料不详，无从细述。

(五)教席

京师同文馆中教席，根据《同文馆题名录》所载，洋、汉各学科教席共 86 位；其中汉教席 32 位。在这里只介绍主管领导及天算教习诸人：

徐继畬 总管同文馆事务大臣。同治六年到馆。

丁韪良 (Dr. Martin) 美国人，美国印第安那州立大学硕士，同治四年到馆，九年任总教习；二十一年告退。

欧理斐 (Mr. C. H. Oliver) 英国人。爱尔兰伯尔发皇仁学院硕士，光绪五年到馆，兼署格致、天文、化学；二十一年任总教习，宣统元年退休回英。

海灵敦 (Mr. Harrington) 美国人，密西根大学硕士，光绪三年到馆，任天文学教习。

费理饬 (Dr. Fritsche) 英国人。光绪四年到馆。任天文学教习，接替海灵敦席位。他曾任职于俄国观象台。

骆三畏 (Mr. S. M. Russell) 英国人，光绪五年到馆；八年兼算学教习；八年兼署化学。他亦是英国贝尔发皇仁大学硕士。

李善兰　同治七年到馆，任算学教习。

席　淦　光绪十二年由副教习升授，任算学教习。

王季同　光绪二十一年由副教习升授，任算学教习。

至于任副教习的，在算学有：汪凤藻，杜法孟，贵荣，胡玉麟，陈寿田；在天文学有：熙章。

教习，相当教授。在当时要得此职位，并不容易。同治六年筹办天文算学馆时，广东巡抚郭嵩焘举荐邹伯奇和李善兰，此两人皆当时天算名家，因邹伯奇有病，未能北行；李善兰于第二年到馆任职。这一年，京师同文馆一共只有十三位教习，九位为外国人，四位是中国学者，三位教中文，李善兰[①]则是数学教习。

李善兰的数学天文造诣甚深，著作极丰。他的数学主要成就有：尖锥术、垛积术、素数论三个方面。《方圆阐幽》、《弧矢启秘》、《对数探源》是其代表作。他提出求自然对数的方法、级数回求的李善兰恒等式和素数论，开拓了当时我国的高等数学研究领域。他从中国传统数学中垛积术和极限方法出发，异军奋起，大胆创新，发明尖锥术，具有解析几何的启蒙思想，得出了一些重要的积分公式，创立二次平方根的幂级数展开式，各种三角函数、反三角函数、对数函数的幂级数展开式。尤其是"李善兰恒等式"驰名中外，自二十世纪三十年代以来，引起数学界的兴趣。我国数学家华罗庚(1910—1985)和匈牙利数学家图兰·帕尔(Turan Bal)等，都曾研究和证明过它。

李善兰对天体运行的椭圆轨道的解法，亦进行深入研究。自明安图等人在《历象考成后编》中采用了椭圆面积定律以后，计算日月五星位置都要用开普勒方程，在面积和近点角之间互相推求。与李善兰同时代的另一位数学家徐有壬写了一本《椭圆正术》书籍，采用对数运算，简明扼要。李善兰为其作图解证明，著《椭圆正术解》二卷。后来，他又写了《椭圆新术》和《椭圆拾遗》二书，提出用无穷级数方法求解开普勒方程。李善兰还著《麟德术解》三卷，用几何学方法解释《麟德历》的计算步骤；以及研究《麟德历》中的二次差内插法和对其后来元《授时历》的影响。在《天算或问》中，摘要编入与学生答疑的20个天算问题，其中一条对外国传入的颜家乐"利用恒星出地平至上中天的时间，和上中天的地平高度，求当地的地理纬度"的方法，加以改进，使得能选用任意恒星决定任一地方的纬度，这是测纬史上的

---

① 李善兰(1811—1882)，浙江海宁人。数学和天文的研究成果见于1867年刊行的《则古昔斋算学》收录他20多年的各种著作，计有：《方圆阐幽》1卷(1845)、《弧矢启秘》2卷(1845)、《对数探源》2卷(1845)、《垛积比类》4卷、《四元解》2卷(1845)、《麟德术解》3卷(1848)、《椭圆正术解》2卷、《椭圆新术》1卷、《椭圆拾遗》3卷、《对数尖锥变法释》1卷、《级数回求》1卷、《天问或算》1卷、《考数根法》、《测圆海镜解》、《同文馆算学课艺》、《同文馆珠算金鍼》。译著有：《几何原本》后九卷，《重学》20卷，《代数学》13卷，《代微积拾级》18卷，《植物学》8卷，于1857—1859年，由上海墨海书馆刊印。





图 3—8 李善兰与京师同文馆天文算学员合影

贡献。

李善兰亦是中国近代科学的先驱者和传播者，他还与伟烈亚力合译《谈天》一书，于 1859 年出版。这一书使中国天文学走向近代化进程，出现转机。然而更值得崇敬的是，李善兰在翻译工作中，创造了许多古所未有的天文、数学和力学专门术语，如天文学的：历元、光行差、月角差、二均差、自行、视差；数学的：代数、函数、常数、系数、圆锥曲线、无穷、歧点；力学的：分力、合力、质点、刚体等，都由他制订，用词恰当。信、雅、达具工，启中西交流的文字桥梁，做垂于万世的学术向导。这些名词，不仅行于中国，还流传至日本，演用至今，追念先贤业绩，使后学为之肃然起敬。

李善兰于同治七年(1869)到同文馆履任，第二年，被钦赐中书科中书，时年六十岁；两年之后，加内阁侍读衔。同治十一年，发表《考数根法》，提出数根(即素数)的判别定理，即判别一个自然数是否为素数的方法，今人称为李善兰定理。这是我国最早的一篇研究素数的论文，论文中证明费马(Fermat，1601—1665)小定理，并指出其逆定理不成立。同治十三年，升户部主事。光绪二年(1876)，升员外郎，品秩为五品卿衔；三年，编撰演算《代数难题》；五年，晋秩四品；八年，授三品卿衔，户部郎中、广东司行走、总理各国事务衙门章京，声誉日隆。然而他仍淡泊执教，潜心著述，光绪八年逝世前几个月，犹手著《级数勾股》二卷，老而勤学如此！夏历十月二十九日，遽捐馆舍，荣终一生，享年 73 岁。

(六)学员

京师同文馆历年培养的学员，为数甚多，属于天文、算学的，当为不少。在此，

录出光绪五年和二十四年的天文算学馆学员。有单星号的，为上海广方言馆；双星号的，为广州同文馆送京深造的学员。其历年送京师同文馆深造学员名单见附录。

光绪五年(1878)

英文天文：

徐广坤* 熙璋 黎子洋* 王镇贤** 鹤善 斌衡

英文算学：

文秀 德海 存淼 恩光 松寿 陈应宗 文利 文祐 岳志 岱寿 玉启

汉文算学：

席淦* 汪凤藻* 杜法孟 贵荣 陈寿田 熊方伯 胡玉麟 徐广坤 王镇贤 李逢春 沈铎 任敬敷 联印 熙璋 王文灏 斌衡 李泽贤 鹤善 庆全 巴克他讷 王钟祥 恒安

光绪二十四年(1898)

天文算学馆：

弧三角班：

冯晋秩 全森 国栋 六保 薛永年 柏锐 恩厚

代数班：

范其光 刘庆赓 王联升 傅传贤

数学头班：

解庆麟 胡希林 李汝益 李万榕 瑞光

数学二班：

李广元 胡炳琇 何源深 梁翘厦 梁咸熙 钟普 叶尧阶 俞文鼎

汉文算学：

刘庆镛 高恩霖 洪百庚 戴陈霖* 唐正复* 周传经* 黄书淦* 徐绍甲* 周铭勋 海文 高运昌 李鸿诰 陈思谦* 凌福增 曹岳申 李恒 文启

历年参加大考的天文算学学员列于下表3—5：

表3—5 历年京师同文馆天文算学学员统计表

科 目	1878年	1888年	1893年	1898年
天文	6	5	7	11
算学	33	19	25	30
数学物理	7	4	3	

由上表可以看出，培养甚多天算人才。“名师之门群芳竞秀”，史载李善兰所教授的学生先后约百余人。口讲指画，十余年如一日。诸生以学有成效，或官外省，或使重洋，知名者有席淦、贵荣、熊方伯、陈寿田、胡玉麟、李逢春。晚年，获得意门



生江槐庭、蔡锡勇二人,即致函当时另一位数学家华蘅芳,称:近日之事可喜者,无过于此,急欲告之阁下也。

至于天文人才,其佼佼者为熙璋,原为英文天文班;但亦在汉文算学班受业,天算兼通。其他的如格物测算,实为天算内容,席淦、贵荣、胡玉麟亦领略甚精。

(七)试题

京师同文馆各届的天文、算学试题,颇为精妙,在此,摘录光绪四年、十二年和光绪二十一年三届的天文学试题;至于各届算学试题,只录与天文学有关的条目。

光绪四年(1878):

英文天文学试题:

(1)试推月距地若干远,并论其法。

(2)知某星带径,地之带径,并星地相距三者,试推其日距角度公式。

(3)开普勒测天三纲,试一一言之。弧三角有边求角,有角求边,试列其各式。

(4)椭圆求面积,其公式若何?

天文算学试题:(摘录)

(1)试求京师己卯元旦,太阳出入时刻。

(2)试求京师己卯元宵,太阴出入时刻。

(3)堕物之速率,由地球而推之于太阳,其法如何?

光绪十二年:

天文学试题:

(1)假若某日甲为日之赤纬度,而丁为黄赤交角,丙为地自春分讫某日所行之度,求表明甲正弦等于丁正弦乘丙正弦?

(2)火星二十四点钟自转一周,其内月七点钟三十九分零十四秒绕火星一周,此月所行之轨道恰在火星之赤道上,此月距火星面上四千洋里,火星之径为四千二百里,求人在火星上看此月,自出至落,历时若干?

(3)秋分之日,求子正时黄道与地平所成角若干度?

(4)有彗星距太阳四亿里,自太阳窥此彗星,其黄经度为一百四十度,黄纬为十度,而地之黄经度为七十度,求此彗星距地若干里?

(5)行海路定船方位之法,求表明?

(6)有三角形,其三角之横纵线为二与三,五与六,四与八;求三角形之面积若干?

光绪二十一年:

天文学试题：

(1)详论海王星，从何而始知有此星？

(2)测木星小月之月食，而可知日地距，其法详论之？

(3)土星之光环，详论其理？

(4)水星太阳之中有无他星，昔天文家疑有星焉，其故为何？

(5)统论火星之小月？

天文测算试题(摘录)：

(1)于某处卯正，太阳高度为十五度，太阳正东之时，高度为二十三度，求算某处北极出地若干度？

(2)设甲$_{\text{正弦}}=\frac{1}{\sqrt{5}}$，求算甲加乙为若干度？

$$\text{乙}_{\text{余切}}=3$$

$$\left(\begin{array}{l}\sin A=\frac{1}{\sqrt{5}}\\ \cot B=3\end{array}\right)$$

(3)甲$_{\text{正弦}}$减$\frac{(\text{二甲})_{\text{正弦}}}{\text{一}\times\text{二}}$加$\frac{(\text{三甲})_{\text{正弦}}}{\text{一}\times\text{二}\times\text{三}}$下项类推，求算无穷项总合为若干？

$$\left(\sin A-\frac{\sin 2A}{1\times 2}+\frac{\sin 3A}{1\times 2\times 3}-\cdots\right)$$

(4)人立于船桅之上，距海面一百五十尺，测天云高度为三十度；又测水涵云影低度为二十二度，求算云高若干度？

同治十二年(1873)算学试题(摘录)：

(1)京都冬至，太阳出入前后朦影时刻若干？推法若何？

(2)有山高一〇.五里，从山顶看天边，其线与地平成角一度六分四十五秒，试推地球圆径？

光绪四年算学(英文)试题(摘录)：

(1)自鸣钟一昼夜间共打几下，试以加乘二法核算？

(2)日地距二万七千四百四十万里，光行每秒五十六万里，试推日光至地需若干分秒？

光绪十二年格物测算题(摘录)：

(1)物自无穷远落地，其末速几乎七洋里，设自无穷远而落于太阳，试推其末速何如？

(2)有钟自赤道移自北极，试推其秒摆次数加增若干？并说明其用以探测地形之法？





(八)师生编著翻译书籍

京师同文馆天算馆师生著译甚勤，编著及翻译书籍有：

(1)光绪四年(戊寅)中西合历。

天文教习海灵敦算辑，学员熙章等译。

(2)光绪五、六年(己卯、庚辰)中西合历。

天文教习海灵敦，费理饬等算辑，学员熙章等译。

(3)光绪七至廿四年(辛巳至戊戌)中西合历。

天文教习骆三畏算辑，副教习熙章译。

(4)星学发轫。

副教习熙璋、左庚等译，天文教习骆三畏校订。

(5)算学课艺。

副教习席淦、贵荣编辑，算学教习李善兰校订。

(6)弧三角阐微。

总教习欧理斐著。

二、上海同文馆

同治二年二月初十日，江苏巡抚李鸿章奏请[①]："臣拟请仿照同文馆之例，在上海添设外国语言文字学馆，选近郡年十四以下，资禀颖悟，根器端静之文童，聘西人教习；兼聘内地品学兼优之举贡生员，课以经史文义"；经批准，附设于本县敬业书院，初分经、史、算、词章四类，并制订外国语言文字同文馆试办章程十二条。同治八年十月，因江南机器制造局开设学堂，译习外国书籍，与外国语言文学馆性质相同，遂合并并改名为广方言馆，创建重楼，宏规大启，楼上为翻译馆，平房及楼下为广方言馆，于同治九年正月迁入。

同治九年三月初三，拟订广方言馆课程十条，开办学馆事宜章程十六条。提出办学分为上班和下班：初进学员先在下班，学习算学，代数、几何、重学、天文、地理、绘图等，学成之后，再进上班。上班分七门[②]，其中第五门为"行海理法"；其内容涉及测经纬以利行船，洋面辽阔，必须测算经纬度，才可知行船所在；测经度旧法用月食，今或测两星相距，测木星月食；并拟译西人行海历书等。

---

① 李鸿章奏章系由冯桂芬草稿，当时冯桂芬为其幕僚。冯桂芬，吴县人，道光年间探花，授编修，精汉学，工古文，通小学，谙算术。著有《说文段注考正》、《弧矢算术细草图解》、《西算新法直解》等。

② 七门：一，辨察地产，分炼各金；二，选材，铸成机器；三，制造或铁、或木各种；四，拟定汽机图样，或司机各事；五，行海理法；六，水、陆攻战；七，外语，风俗国政。

后来广方言馆曾设正科和附科。光绪五年，分英文、法文、算学三馆，又曾在馆的东面扩建五幢楼，设东文馆，后因学员少而停止。光绪七年，制造局明确设英文、法文、算学三馆，各馆学员40人。自同治二年开始至光绪十六年止，共28年中，先后四次，奉调学员20多名赴京师同文馆应考，均蒙录取。光绪十九年十二月二十七日，广方言馆行文上报江海关道，说明又开考初步选定新的一批学员，从文中可以看到其培养天文人才的成绩，文称：

兹查该馆肄业学生，肄习英法文理及天文算法等学，已届三年，理应甄别，以备挑选。业于本年十一月初十、十一等日，先行由局逐门考试……

计开考取各学生名目：

英文六名：蔡祚来　何六吉　宋如圭　钱家骥　李昌澜　朱绪阁

法文六名：徐绍甲　陈恩谦　程福庆　戴陈霖　周传谋　周传䜣

天文算学共三名：李鸿杭　龚君杰　朱祖梁

共取十五名，内宋如圭、朱绪阁二名，复试未到、扣除。

光绪二十年四月二十三日，又进行整顿，变通从前办法，酌立简明条规十则。在此摘录其第一、二两条，以阐明发展扩充形势：

“第一，英文、法文、算学生徒，仍照向章定额四十名外，余数名或十数名，以备出缺挑补。其新设天文馆所招学徒，不在此额数之内。

第二，英文、法文、算学、天文生徒，分作四馆教授。”

光绪二十五年又拓展馆北面画图房，共14幢，为工艺学堂，内设机器、化学两馆，甚为繁荣；光绪三十一年，总督周馥改上海广方言馆为工业学堂，分专门和普通两科：专门科分机器、化学两班，系高等学校程度；普通科则系中学程度。又设立艺徒学堂。此外还有铁船馆，设于船坞，成立于光绪二十年，学员以擅长绘图而负盛名。至于天文馆和翻译馆，仍然设立，为其附属机构。这是其演进概略。

上海同文馆的馆员和教习：

历任监督（由沪道兼任）

应宝时　涂宗瀛　沈秉成　冯焌光　刘瑞芬　聂缉椝　刘麒祥　吕海寰　袁树勋　蔡钧

历任总办（由制造局总办兼。摘录）

陈兰彬（前清编修）　冯焌光（前清候补道）　郑藻如（前清候补知府）　聂缉椝（前清候选郎中）　刘麟祥（前清候补道）　林志道（前清候补道）

历任监院（摘录）

冯桂芬　章安行　叶承铣　程锡书　禹国仪　吴增仅　贺良朴　张通典



袁绪钦

历任教习(摘录)

英文教习:傅兰雅 严良勋 汪凤藻 朱格仁

法文教习:傅兰雅 黄致尧 游学楷 吴宗濂

算学教习:时日醇 席 淦 刘彝程 沈善蒸

天文教习:贾步纬 火荣业迪生[①]

三、福建船政学堂

福建船政学堂,是中国近代最早的海军制造学校。同治五年五月十三日(1866年6月25日),闽浙总督左宗棠奏请在福州马尾设置船政局,并附设船政学堂,亦名"求是堂艺局"。这所洋务学堂被誉为近代中国海军人才的摇篮,在学堂里,必须学习天文学。

左宗棠的奏疏很快得到同治皇帝批准。于是,他立即与胡光墉,法国军官日意格、德克碑等人开始筹备。1866年10月,左宗棠奉命调任陕甘总督,他推荐前江西巡抚沈葆桢继任,为船政大臣。沈葆桢不负期望,着力经营。

1867年1月6日,福建船政学堂正式开学,暂以城南定光寺为学舍,后迁入马尾新校舍。并设两个专门学校:当时制造学以法国为优,所以聘请法人教授法文、算术、物理、化学和其他有关制造方面的学问,目的在于使学生了解轮船及轮机的原理和作用,以养成自己打样制造的能力,因为注重法国学问,所以称为法国学堂,或称前学堂。至于管轮驾驶学,则以英国为优,所以成立一学校,专重英国学问,聘请英人教授英文、天文、地理、算术、管轮、驾驶等课程,目的在于培养管轮及驾驶人才。由于注重英国学问,所以称为英国学堂,或称后学堂。初办时,学生除由本地区考选聪颖子弟外,又从香港、广东、宁波、上海等地招取已通英语的学生前来肄业,学制五年。

我们引用当时曾在船政学堂学习的严复,后人为他撰写的《严几道年谱》中,记录其课程:

> 同治六年丁卯(1867),先生十五岁入马江学堂肄业。所习者为英文、算术、几何、代数、解析几何、割锥、平三角、弧三角、代积微、动静重学、水重学、电磁学、光学、音学、热学、化学、地质学、天文学、航海术等。

1868年8月,船政学堂设"艺徒学堂",招收青年工人一百余人。初办时,白天工作,每晚学一个半小时,后又增加上午再学一个半小时,课程有法语、平面几何、

---

① 英国人。

画法几何、制图和轮机学；学习三年。

1871年1月，船政学堂建立练船制度，又称为驾驶学堂，后学堂首届招收驾驶生33名、管轮生22名，学习期三年，经考试合格，驾驶生转入练船驾驶，期限亦三年。我们引用当时船政大臣黎兆棠于光绪八年(1882)致张树声函中，述及驾驶学堂所讲授课程，称：

> 查阅省驾驶学堂所读者曰智环启蒙；曰文法谱；曰第一书以至第五书，皆言语文字及讲习文义之学也；曰数学入门；曰几何；曰代数；曰平三角，弧三角，皆数理之学也；曰地舆图说；曰航海全书，则驾驶之学也，大抵管驾之材，学堂之教居半，练船之教居其半，而学堂功课算学又居三分之一。

驾驶练船，要求在洋教习指挥下，"由海口而近洋，由近洋而远洋，凡水火之分度，礁砂之夷险、风信之征验，桅柁之将迎，皆令即所习闻者，印之实境"。出海是练船的重要功课，规定每年秋出冬归，或冬出夏归。练船时，要将学堂里所学的天文海图，验证于礁砂实境是否测量符合！

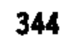
福建船政学堂的规模，初办时只有前后两堂，然而逐渐发展，到1872年5月，就发展为前学堂、绘事堂、艺徒学堂、后学堂、驾驶学堂、管轮学堂[①]六个部，学员达300余人，为鼎盛之期，沈葆桢确实治理有方。其后任船政大臣的张佩纶称："船政建有学堂两区，前学堂学制造，沈葆桢详立章条，遴选俊秀，学规极为整肃。"另一位大臣卞宝第亦称："前江西巡抚沈葆桢总理其事，经营创造，极费苦心，用人尤为慎重……"对此，左宗棠和沈葆桢两人在奏折中，就船政学堂取得的成绩，有所记述：

同治十一年三月二十五日，左宗棠奏折称：

> 据夏献纶禀各厂匠作踊跃精进，西洋师匠所能者均已能之，而艺局学徒一百四十余名既通英法语言文字，于泰西诸学尤易研求。臣前据闽局函报，天文、算学、画图、管轮、驾驶诸艺童，有学得七八分者，有学得五六分者，屡请英法教师考校，列上等者约七八十名，次亦三四十名，将来造诣尚未可量。

同治十二年十月十八日沈葆桢奏折称：

> 数月以来，验其工程，均能一一吻合，此教导制造之成效也。后学堂学生既习天文、地舆、算法，就船教练，俾试风涛，出洋两次，而后教习挑学生二名，令自行驾驶，当台飓猝起、巨浪如山之时，徐觇其胆识，现保堪胜驾驶者已十余人。管轮学生凡新造之轮船机器，皆所经手合拢，分派各船



① 后学堂从开办时起，就设立轮机房，又称管轮学堂，以培养高级轮机人才。



管车者已十四名，此教导驾驶之成效也。

然而，在后来，沈葆桢调任江苏巡抚，丁日昌继任，不及半年又离任。此后，船政大臣的更换频繁，于20年中12次易人，办事多不务实，且由于经费支绌，船政学堂逐渐废弛，从20世纪70年代，就停滞不前，学员人数逐年减少。光绪九年(1883)，船政学堂的前学堂学员47名，后学堂驾驶生71名，管轮生31名，共149名。到了1887年，船政学堂学员总数只128名。以后有很多年没有招生。

光绪二十二年，裕录兼任船政大臣，重新整顿，招收前学堂造船科新生80名，艺徒学堂新生60名；后学堂没有招生；学制改为六年。光绪二十八年，前学堂尚有学员78名，再招后学堂新生70名。三年之后，后学堂再招驾驶生41名，管轮生19名；光绪三十三年后就停止招生。

福建船政学堂从创办之日起，经历40余年，先后共毕业637名学员；前学堂制造科先后办了8届，共毕业180名；后学堂驾驶科办了19届，共毕业247名学员，管轮科办14届，共毕业210名学员①。这就是福建船政学堂的沿革概略。

综观福建船政学堂的机构大致轮廓是：法文学堂，由三个科组成：造船科，或称前学堂、制造学堂；设计科，或称绘事院；艺圃，或称艺徒学堂。英文学堂，亦设三科：航行理论科，或称后学堂，驾驶学堂；航行实践科(练船)；轮机房，或称管轮学堂。

最早的是开办于1867年2月的造船科，临时由教习波利勒(A. Boiel)主持，学员12名。1868年4月，罗思特(L. Rousset)任物理、化学教习，密达德(L. Médard)任数学教习，并共同主持此科。课程为：法文、算学、物理、机械，学制五年。

设计科，由洛依思(A. Louis)任轮机设计教习，由黎德朗(Rerdrovn)制图员协助；课程为：法文、平面几何、画法几何、轮机学等，学制三年。

艺圃，有九位法国人任教，最受赞赏的有古林(Guerin)，玛尔金(Marzin)，列多奇(Latouche)和彼里(Piry)。课程为：法文、几何、代数、制图等，学习三年。

需要学习天文学的是后学堂。航行理论科，开办时，由英国人琼斯·卡罗勒(James Carroll)任教习。1871年，由一个会英语的华人陈先生协助；1873年，英国人思启(Skey)和一位第一班毕业生协助；1902年，据当时船政大臣沈翊请奏折称："其驾驶学堂令管坞洋员那戴尔兼教驾驶，天文之学。"课程为：算学、平面三角、球面三角、航海天文、航行理论、地理等；学习三年半时间。第一班毕业于1871年5月，学员23名，第二班毕业于1873年9月，学员9名。航行理论科毕业后，直接进入航行实践科。

① 辛亥革命后，1913年民国政府海军部把船政学堂和船政局分开，重新改组为三个学校：前学堂改为福州制造学校；后学堂改为福州海军学校；艺徒学堂改为艺术学校。

航行实践科在开办三年多之后，才开始进行教学，由史瓦因逊（Lieutenant Swainson）任教习，大部分由德拉希（R. E. Tracey）教习执教。课程为：航海技术、射击和指挥；需学习二年。

轮机学堂，由阿仑（W. Allen）任教习；课程为：算学、制图、发动机、海上操纵规则等。这与天文学关系就不大了。

福建船政学堂毕业的学员，多次被派往国外留学。据史料记载，1877 年 3 月，后学堂驾驶生刘步蟾、林泰曾、严复、林永升、萨镇冰、方伯谦、何心川、叶祖珪、林颖启、江懋祉、黄建勋、蒋超英等，分赴英国、西班牙等学习驾驶，留学期限三年。1886 年，后学堂驾驶生黄鸣球、罗忠尧、贾凝禧、郑文英、张秉圭、罗忠铭、周献琛、王桐、陈鹤潭、邱志范等十人，与北洋水师学堂学生一批共 20 名，分赴英、法国学习驾驶，期限亦为三年。至于前学堂亦曾派遣留学生，第一批为 23 名，第二批则为 14 名，在此只述其大略。

福建船政学堂，为我国培养了近代第一批海军人才，在甲申乌江海战和甲午海战中，许多舰队各轮的管驾和管带，很多都出自船政学堂，如许寿山、陈英、刘步蟾、林泰曾、邓世昌、林永升、黄建勋等不仅技识精深，而且气节凛然，在战役中壮烈牺牲，以身殉国，表现出爱国精神和英雄气概！而大多数毕业生成为我国海军骨干，创业维艰，功不可没！

四、天津北洋水师学堂

清末海军学校，最早的当推天津北洋水师学堂，由北洋大臣李鸿章，于光绪六年七月十四日奏请设立，称："中国驾驶兵轮船学堂，创自福建船政……北洋现筹添购碰快铁甲等船，需人甚众。臣于去年十月，奏明拟设练船，选募北省丁壮素谙风涛者、上船练习；尤必以学堂为根本，乃可逐渐造就，取资不穷。应就天津机器局度地建设水师学堂，俟落成后，参酌西国成规，拣派监督、教习，招考学生入堂肄业，逐渐练习。唯事体烦重，造端①不易，须有明练大员专意督率，实力经营。查前任船政大臣光禄寺卿吴赞诚，洞悉机宜，条理精详，曾在天津办理机器局有年，熟谙情形，前因患病奏准开缺调理，今夏臣缄商来津就医，刻已稍就痊可，精神尚健。拟请旨即令该大臣吴赞诚在津督同局员筹办水师学堂练船事宜，俾可从容就绪。"

这奏折得到批准，于是着手筹备，聘请严复为总教习，建校舍，因水师学员须学天文学，故建观星台一座。光绪八年九月，大体完成进行招生。

水师学堂分驾驶、管轮两门，学制五年。在学堂学习四年，在船练习一年；招收

① 造端，原文如此，似应肇端更佳。





14岁以上,17岁以下学员,共120名。

水师学堂总监督吴赞诚、吴仲翔[①]。总教习为严复。我们从《严几道年谱》,可得知这位海军先辈当时任职情况,大堪回味;称:

光绪六年庚辰(1880)先生二十八岁

直隶总督李文忠公(鸿章)经营北洋海军,知先生能,辟总教习天津水师学堂。而吴观察(仲翔)为之总办,以先生时已积资至都司也,实由先生一人主之。常柴车野服,往来于京津之间。朝之硕臣,及铮铮以国士自期许者,咸折节争集先生之庐……

光绪十五年己丑(1889)先生三十七岁

直隶总督李文忠公派为会办水利学堂。

光绪十六年庚寅(1890)先生三十八岁

直隶总督李文忠公派为总办水师学堂,不预机要,奉职而已。

我们再看记载当时水师学堂的恢弘壮盛的文献称:

水师学堂设在机器东局之旁[②],堂室宏敞整齐,不下一百余椽。楼台掩映,花木参差,藏修游息之所,无一不备。另有观星台一座,以备学习天文者登高测望,可谓别开生面矣。

水师学堂重视天文测量学课程,对于测定经纬度要求极高,其办学认真,可见一斑。

(一)学员在学堂四年课程

英语	平弧三角法
地舆图说[③]	驾驶诸法
算学至开平、立诸方	测量天象,推算经纬度诸法
几何原本前六卷	重学
代数至造对数表法	化学格致



(二)学员在练船应考项目

学员在学堂肄业四年,经北洋大臣大考,合格者方能派至船上练习一年。春考一次,秋考一次,如都合格,可保送考"把总"候补[④],其考试程序为:

---

① 吴赞诚于光绪六年冬南下就医,病转剧,请另聘;吴仲翔接任。

② 位于当时天津卫城东三里地方。

③ 测海绘图是海军本身极重要业务,由于当时英国航海图学极精,各国仿效。当时中国尚未开设这门功课,因而先取英国舆图参考。

④ 把总,清绿营军制,营以下为汛,设把总分领,职位次于"千总"。

算学代数	绘画海图
几何	重学流质学
平弧三角法	翻译英文
驾驶理法	汽学
驾驶天文理法	诸学难题

各限一个半小时交卷。

(三)驾驶、天文学考试细则

凡驾驶、天文学考试,规定各生必须把本年所测量的太阳、月亮、经星、纬星各高弧,以及月离、经星、太阳各度数,推算本地经纬度,度时表和罗经差度。其应得分数是:

以太阳午刻高弧求纬度	5 分
以月亮午刻高弧求纬度	6 分
以经星午刻高弧求纬度	6 分
以近子午规高弧求纬度	8 分
以勾陈第一星高弧求纬度,如舟在南洋	
以纬星高弧求纬度	8 分
以太阳重测高弧求纬度	18 分
以经星重测高弧求纬度	18 分
以太阳高弧并度时表时刻求经度	10 分
以月亮高弧并度时表时刻求经度	13 分
以经星高弧并度时表时刻求经度	10 分
以月离太阳度数求经度	20 分
以月离经星度数求经度	20 分
以太阳两日高弧求表差	30 分
以太阳出入地平经度求罗经差	8 分
以太阳高弧并地平经度求罗经差	10 分
以太阳高弧并时刻求罗经差	10 分



以上统计 200 分,考试时,除八线对数表,航海通书可带外,其他书籍不准带。

(四)保送把总后应考课程

凡候补把总考试,应令学员各备天文日课簿一册,将船上按日推算经纬度详载,每逢考校日期,送考官核览。其日课簿内,必须将自己测量推算的天文题目算



式写明，由教习签署画押，以为凭信。

(1)求仪器差法

用海面地平推求法	五题
用弧内弧外测量太阳全经推求法	五题

(2)求纬度

用太阳经星近子午高弧法	五题
用太阳子午高弧法	十题
用月亮经星子午高弧法	十题
用勾陈第一星或纬星高弧法	十题
用重测太阳或经星高弧法	三题

(3)求经度

用太阳高弧并度时表时刻法	十题
用月亮经星高弧并度时表时刻法	十题
用月离法	五题

(4)求度时表差并每日差率

用单高弧法	五题
用等高弧法	二题

(5)求罗经差

用太阳高弧并盘向法	五题
用太阳真时并盘向法	二题
用太阳出入地平经度法	五题

以上各项天文题目，不必给与分数。

候补把总在学堂学习六个月后，应考驾驶学问。凡候补把总在练船又逾一年，经春、秋考试二次，合格者即送入北洋水师学堂学习，六个月后，就投考驾驶学问[①]；应得的分数列之如下：

(1)代数　225分

应考：通分、方程、积分、开方、指数、二次无根式、二次方程、三率、三种级数、对数原理及用法。

(2)几何至欧几里得第六卷　125分

(3)三角法界说　125分

应考：各种公式、平弧三角、边角求法。

---

① 如考试不合格，即扣除资格三个月，等补习一个月后再补考，如补考再不及格，即行革退。

(4)力学　　125 分

应考:静力学、动力学、水学。

(5)格物学　　100 分

应考:水气、重学、理镜学、热学、吸铁学、风雨表、望远镜、地平经纬仪、纪限仪、地平经仪、干湿寒暑表制法及用法。

(6)机器学　　100 分

应考:热理、汽理、蒸汽机器推论。

(7)英国语言文学　　100 分

应考:默写字音、文法、汉译英、英译汉。

(8)气候学　　100 分

应考:风飓急流地位、方向并随时变换之理。旋风起没时令,天气与风雨表相应之表,降雨理法。

(9)驾驶学　　200 分

应考:各种行舟法,推算经纬度法;墨嘉多绘图海图法,推算大星过子午弧法,推算纬度用子午高弧法;用重测高弧法,用月离求经度法,用孤弧等弧求表差法,用出入地平经度求罗经差法,用高弧求罗经差法,用真时求罗经差法,推算潮汐法。

(10)天文学　　200 分

应考:界说,理法,公式,证据,各种差数解法,设题。

(11)测量学　　100 分

应考:用海图法,求度时表差法,求距顶度法,量底线法,求纬度法,求真向法,布三角法,求地平法,测水深浅法,指定方位法,量潮法,设立海口法。



(12)仪器用法　　40 分

应考:风雨表,纪限仪,借地平测量地平经度罗经,地平经度仪,调准。

(13)测天　　60 分

应考:测日求纬度,求度时表差,求罗经差。

以上统计 1500 分。

凡考驾驶学问,其分数在 1250 分以上者,给予一等执照;一千分以上者,给予二等执照,七百五十分以上的,给予三等执照。唯测天项下分数不满 30 者不给执照,且每项分数必得全数六分之一者,方可给予一、二两等执照。

凡候补把总在水师学堂学习六个月期满,考校合格者,即拨入枪炮练船再学习三个月。如考列一等,即保以千总候补;其列次等者,为候补把总,但加优先字样,



分派各兵船差遣练习，遇缺升补。

天津水师学堂执教严格，学风醇正，因而人才辈出；1886 年，该学堂十名优秀驾驶学员与福建船政学堂十名学员联袂前赴英、法国深造即为证明。

学堂后因八国联军入侵，校舍被毁停办。约 20 年来，驾驶班学员，毕业六届，125 名；附班留美生 9 名，共 134 名。至于轮机班学员，亦毕业六届，共 85 名。

五、广东水陆师学堂

光绪十三年六月十四日，两广总督张之洞奏请设广东水陆师学堂，获得批准。前督张树声等在广州东南 40 里长洲地方，建有学馆，张之洞将其改名为博学馆，然后以此为基础增建校舍，聘教习，建成广东水陆师学堂。学员水陆各 70 名，于博学馆原有学员甄别选留 50 名，其余的重新招考。

水师方面分管轮、驾驶两门：管轮堂学机轮理法、制造运用之源；驾驶堂则学天文、海道、驾驶、攻战之法。

陆师方面分马步、枪炮、营造三门。

史载驾驶聘请一位曾在福建船厂任职的英国人，中文名为李家孜的担任教习。学员学习课程与天津水师学堂课目类同。

光绪十五年，因办学有成绩，奏请派登练船，首届驾驶班毕业生 14 名，可以派登；聘前副将刘恩荣为练船总管，船政学生拔补千总程璧光为副总管；船内设练船正洋教习一员，枪炮洋教习一员，帆缆洋教习一员。训练期限三年；三年中六次出洋，其训练规程亦与天津水师学堂相一致。

同年，又增设矿学、化学、电学、植物学、公法学五门，各聘五位洋教习来粤任教[①]。因不属天文，叙述从略。



六、江南水师学堂

光绪十六年，南洋大臣曾国荃奏请设立江南水师学堂，学堂位于南京仪凤门内，所学习为航海，轮机两科。光绪二十五年，两江总督刘坤一奏增设学额、添制练船，讲求驾驶。简明章程规定：学堂分驾驶、管轮两门，各以 60 人为额，每 20 人为一班；驾驶学生所习以精求英文，然后授几何、代数、平三角、弧三角、中西海道、星辰部位、驾驶、御风测量、躔晷、绘图诸法。

水师学堂聘桂芗亭为总办，沈仲礼为提调。并延请两位英国人分任驾驶和管轮练习。

---

① 据《中国近代教育大事记》载：延聘英人赫尔伯特(Harper)教公法学；葛路模(Percy Groom)，骆丙生(H. H. Robinson)，巴庚生，分教植物、化学、矿学。

学堂自创办起至宣统末年止，先后毕业航海班学员共六班，97名；轮机班亦六班，共92名。

学堂执教甚严，每到若干时间考试一次，由两位外国教习面试，评定高低。每年夏季大考，制宪亲临阅考，并派通晓西学者一二人到堂主考。在此，列举光绪十八年的一次大考情景，以见其精心及场面的壮盛：

> 本年八月二十七日为大考之期，桂观察禀请刘观师特委三品衔、办理江南制总局翻译馆译书事务、英国进士傅兰雅者到堂主考，头班生徒连考五日，预拟洋文试题凡一百余道，于事先印成，考时按各门之学，人各一纸，各题特作颇深，每考限三点钟交卷。各门学内有：行船法、天文学、汽机学，平弧三角法……并写英字作英文。
>
> 各卷阅毕衡其高低，以西法：驾驶与管轮两班，皆无差误者应得三千二百分为全分。核驾驶班二十人，所得中数二千一百九十六分；管轮班二十人，所得中数一千八百六十六分；两班均核所得中数为二千零三十一分。得二千至二千五百分之间者，有十四人；得一千五百分至二千分之间者，有十六人；得一千一百八十分至一千五百分之间者，有四人。照英国考试常例，凡得全分之半者，已堪中式，得列上取。得全分三分之一者，亦可中为次取。是水师学堂创仅二年，全籍英文习练，已得臻此进境，实觉奇异，大堪嘉美。英国学徒肄业，不能过此各分，何中国之多才耶！

七、天津中西学堂

光绪二十一年，津海关道盛宣怀呈请北洋大臣王文韶转奏开办大学堂，分头等、二等两级，修业各四年。头学堂为大学本科，二学堂为预科。

头学堂第二年以前课程不分科，科目为：英文、制图、天文、物理、化学、地理、万国公法等；第二年后，各就特长，分习专门学：工程、电学、矿务、机器、律例等五门中的一学。毕业后，或派赴外洋深造，或委派洋务职事。

二等学堂课程为：英文、数学、各国史鉴、舆地、格致等。毕业后升入头学堂。

头等和二等学堂学员名额120名，分为四班。当时，头学堂请伍廷芳为总理，二学堂请蔡绍基任总理。美国传教士丁家言为总教习。

光绪二十四年，又设铁路专修科；二十九年，经整顿，改称北洋大学。

天津中西学堂开设天文学课程，可称是工科大学中开设的先河，现今，工程方面大学中的土木系、铁道系科，以及矿山测量、测绘等，都必须学习实用天文学。



第四章　中国古代天文机构和天文教育对外域的影响

在中国，古典天文学作为华夏文明而首先发展成为具有东方特色的体系，经过漫长岁月，天文机构和天文教育逐渐成熟，体制大备；获得良好的效果而处于前沿地位。因而，必然对周边地区或国家产生影响。进行交流，为对方所接受。

在这里，我们将介绍中国古代天文机构和天文教育对日本和朝鲜早期天文历法进展所产生的影响。

第一节　对日本的交流和影响

在中国汉、魏时期，中、日两国已有使者来往。史载：东汉光武帝建武二年(26)时，曾赐日本倭奴国印①。魏景初三年(239)，日本使者复首次入贡，至正始八年(247)共四次朝见；魏亦曾遣使两次回访。西晋泰始二年(266)，又复派使者至洛阳朝贺；此后中断约 150 年，直到东晋义熙九年(413)又恢复往来。在刘宋高祖永初二年(421)至顺帝升明二年(478)，共有十二次入贡。此后南北朝战火纷乱，又中断一百年之久，到隋开皇年间，才再恢复。

然而，中日文化虽不直接交流，但却有另一渠道输通。据《日本记纪》所载，汉学东渐，于应神天皇十六年(285)，百济精于儒学的学者阿直岐赴日本，作太子菟道稚郎子之师。阿直岐又推荐百济博士王仁渡海东来，带去《论语》、《千字文》等书，太子亦拜其为师，学习中国文化。当时许多中国人，包括侨居于朝鲜者，源源到日本定居，被称为“归化人”。其中的能工巧匠和文化人通晓计算的被任为朝臣。钦明天皇十五年(554)，百济贡五经博士王柳贵、马丁安，易博士王道良，医博士王保孙，历博士保深②等人，并献医、卜、历算各书；将中国的《元嘉历》法和其他天文知识，传至日本。这是典籍中最早明确记载的史实。

隋、唐时期，是中、日两国科技文化交流的高潮时期。日本派出的遣隋和遣唐



① 据《日本记纪》(即大事记与日本书纪的略称)：公元 1784 年 2 月，东汉光武帝赐予的倭奴国印，复发掘于九州筑前志贺岛。

② 见王辑五著《中国日本交通史》，上海书店 1984 年第 45 页。有的书则以王保孙为历博士。

使者达十多次，中国亦派使者回访十多次。当时执政的推古女皇[1]和圣德太子，力图直接从中国移植科技文化。于是，直接派遣使者和留学生来中国：推古女皇八年，相当隋开皇二十年(600)，派出第一批遣隋使；十六年，相当隋大业四年，再派第三批，并遣留学生八名来隋中土；日本之派留学生，始于此时；开直接学习、交流之先河，此历史值得纪念。

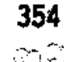
在这同时，推古十年，百济学问僧观勒亦东渡日本，带去天文、历法、地理、方术等书，日本当即派三四名学生选其一门学习，以求能够掌握成为专家，可见其励精图治的决心。

推古十二年，日本开始全面采用中国历法，在施行中未加改动，先后达1000多年(表4—1)。

表4—1　日本施用中国古历法情况

历法名称及制订年代	作者	在日本始行年	施行年数	备注
元嘉历(443)	何承天	推古十二年(604)	88	
麟德历(665)	李淳风	持统六年(692) 文武二年(698)	6 66	与元嘉历并用，在日本被称为"仪凤历"
大衍历(728)	一行	天宝八年(764)	94	
五纪历(762)	郭献之	天安二年(858)	4	与《大衍历》并用
宣明历(822)	徐昂	贞观四年(862)	823	

及至唐朝，文治武功，周边国家，闻风慕化；日本派遣访唐使者及留学生，比隋朝尤盛。唐贞观四年(630)，日本即派第一批访唐使至长安，而值得介绍的是第七次访唐使，于唐开元五年(717)出发，成员557人，留学生阿部仲麻吕[2]和吉备真备，即于此次前来。开元二十一年，第八次访唐使，共594人，再度前来，第二年回国，吉备真备随团返航，他在唐十八年，此次带回《唐礼》一百三十卷，《大衍历经》一卷，《大衍历立成》十二卷、《乐书要录》十卷，弓箭管乐，还有测影铁尺，都献给政府。而唐德宗建中元年(780)第十五次访唐使录事羽粟翼归国时，将《五纪历》带到日本。又载唐懿宗大中元年(859)，渤海大使马孝慎赴日时，也将徐昂在公元822年编制的《宣明历》带到日本，三年后，日本就改用了《宣明历》[3]。



① 推古女皇执政，自公元593—628年，相当于隋开皇十三年至唐贞观二年。

② 阿部仲麻吕，即后来在唐任职易名晁衡者。日本第九次访唐使时，他由唐玄宗命其担任接待，并随使团回国，途中遇飓风，漂至安南，仅以生命全，复至长安，留唐不归。

③ 一说："公元861年，唐懿宗咸通二年，羽粟翼由唐赍回长庆《宣明历》，日本亦于是年渐采用之焉。"见《中国日本交通史》书，第88页。



日本的国家天文机构，大约从公元七世纪起建设。史载天智天皇接位后，重视天文历法，在位(662—671)期间，始建学校，设算博士2人，算生20人。及至天武天皇执政第四年(675)，在首都建立了一座观星台，开始天文观测。文武天皇大宝二年(702)，按大宝法令建立阴阳寮于中务省，内置阴阳师、阴阳博士及阴阳生。经研究：所谓阴阳寮相当于太史监，阴阳寮首领为阴阳头，相当于太史令。阴阳寮里面设：阴阳、历算、天文、漏刻四部门；其中共有：阴阳博士1人，阴阳生10人；天文博士1人，天文生10人；历博士1人，历生10人；算博士1人，算生30人；漏刻博士2人，漏刻生20人。齐明天皇六年(660)，已依照中国体制，始制漏刻之器。这与《唐六典》中记载的中国天文机构的组成相类似。又据研究得知日本阴阳寮从事天文工作的人员总数竟达400人。其主要任务为：

1. 天象观测

日本天文工作者对天象观测十分认真。日本的日食记录是从公元628年开始，月食记录则开始于643年。到公元1600年为止，共记录日食222次，月食64次。彗星和流星雨的记录亦很精确，如公元912年的彗星记录和1035，1037，1237，1238年的四次流星雨记录等；在新星和超新星的记录，以共取得九次较详尽的记载而为人们称道。

2. 历算研究

10世纪初，中国处于五代十国时期，中日来往一度出现低潮，但仍有文化交流。日本朱雀天皇承平八年(938)，日本延历寺学问僧日延来中国，遍游吴、越各地，参拜天台山，学习当时流行于民间的《符天历》。他于公元957年回日本，带去《符天历》和《符天历立成》传给当时掌管天文历法的贺茂保宪，两年之后，贺茂保宪依照《符天历》自编的历书进献政府，经批准与当时行用的《宣明历》互相参照。这是日本天算家自己研究的开始。贺茂保宪后来将天文历法二道，分别授给弟子安倍晴明和儿子光荣，自此，天文历法二道遂为分家[①]。

宋、元时期，中、日官方交往减少。明朝初年，朱元璋于洪武三年派赵秩赴日访问，与日本怀良亲王相处甚好，第二年，日本派祖朝和尚等九人来进表笺、贡马等方物并送赵秩归来。朱元璋再派和尚祖阐、克勤等八人赴日，赐怀良亲王以《大统历》，这是《授时历》首次进人日本。这一次日本政府虽然没有正式行用，而仍用《宣



① 贺茂保宪编纂历书，分历与天文为二。其后，阴阳五行之说流行，基于宿星之方位，卜气运之吉凶。仕于日廷的历博士，其历法虽仍因循无进步，但由于学问僧人宋，多学得宋代精密历学，或间接受其影响，故多有精于历法者。在日本，自“一条天皇”正历及长德年间，学问僧参与造历之例，已开其端。称造历僧为宿曜师，称其道为宿曜道；其造历之精，犹在历博士之上。“三条天皇”长和四年(1015)、当时历博士贺茂守道，特请仁统法师和他共同撰历，就是证明。

明历》方法编算；可是却引起许多学者对《授时历》进行研究，不断在其基础上创新。如1673年，小川正意编成《新勘授时历》；1680年，关孝和、中根元圭对《授时历》进行研究后，分别写成《授时发明》和《授时历图解发挥》，均有独到见解；在这时期，一位著名的天算家保井春海①，曾向当时的著名算学家池田正意学过数学。早在公元1672年，池田正意已发现当时的历日与实际天象不符，于是他进行研究分析，参照《授时历》，制订了新历法，但未行用。后来，历官预报二次月食和一次日食接连失败，才引起政府改历的决心。这项改历的任务，就落在春海身上，他参照《授时历》的优点，并利用祖冲之发明的三次测定冬至前后日影的长度求冬至时刻的方法，通过八尺圭表，终于得出冬至的准确时刻，改进了《宣明历》节气相差两天的错误。再经实测，将《授时历》的太阳近地点在冬至点，改为冬至点之后七度，同时采用岁实消长法，订正了《授时历》的其他一些数据，最后制订了《贞享历》。1681年，春海曾因《宣明历》与天不符，要求改历，虽因未能立即实现，在1684年行用《大统历》，延后至1685年才颁行《贞享历》，结束了日本长期施用中国历法的历史，实现了春海的愿望。

3. 天文书籍的著作

日本天文学家在研究中国天文学的基础上，撰写了很多优秀天文著作，如《日本书记》，收集了很多天文博士的天文奏折；《泰亲朝臣记》(1166)为土御门家的勘文集；《明月记》(1180—1235)，为藤原定家的著作。

17世纪，日本国内出现了研究天文学的热潮。印度的佛教天文学和朝鲜的《七政算内篇》等也传人日本。清朝，中国的天算著作传到日本的数量更多，日本学者受乾嘉学派的影响，亦对中国古代天算著作进行整理和考订工作，著有《书诗礼历考》、《史记律书历书补注》和《春秋命历序考》等。

康熙朝中国研究西方天算著作之风吹到日本，引起日本朝廷的强烈反响，江户幕府八代将军德川吉宗刚执政(1716)，便召请著名天算家建部贤弘及其学生中根元圭，亲自垂询天文历法之事；1718年，设测午仪，并亲自观测；1726年梅文鼎《历算全书》传至日本，又命贤弘训译；1741年，重用西川正休，与他参与观测；1744年，建天文台于神田，以自制简天仪备其中，其所作为，皆仿效康熙皇帝。

4. 天文教育制度

我们再来叙述日本的天文教育的兴起及沿革。

公元645年，日本孝德天皇仿中国建制，定年号为大化，第二年公布《大化改新》诏书，设官治学，仿照唐朝教育制度。公元668年，开始设立大学，到大学学习

① 保井春海(1636—1715)，河内国涉川郡人。



的贵族子弟称博士学生。大宝[①]元年(701),制订《大宝律令》,使大化改新以来采用的各种措施,以法律形式定下来,《大宝律令》中的学令部分,对大学及国学作了种种规定;这是日本教育史上的大事。按规定,在京都设大学(大学寮),在地方设国学。

隋、唐的天算教育制度影响于日本甚巨,日本的制度一如中国。我们引用日本细川润序远藤利贞著《日本数学史》书所称:

> 钦明之朝(554)百济贡历博士。推古之朝(602)百济僧观勒献历及天文书。星历之学,与数学相互为用,则汉土数学入我邦,盖以此时为始。天智置算博士,及算生二十人。天武(693)建占星台。文武(702)更置天文博士、历博士,及天文历生各十人,算生三十人,此为极盛时代。

大宝二年,日本始立大学,授算术,实际上为天文算学,所授课目称"算经十书",为:《周髀》、《孙子》、《六章》[②]、《三开》、《重差》、《九司》、《五曹》、《海岛》、《九章》、《缀术》。并置历博士一人,历生十人,算博士一人,算生三十人。其考核学业的规定,载于大宝(701—704)、养老(717—723)间的《令义解》称:

> 凡算经:《孙子》、《五曹》、《九章》、《海岛》、《六章》、《缀术》、《三开》、《重差》、《周髀》、《九司》,各为一经,学生二分其经,以为之业。凡算学生,辩明术理,然后为通试《九章》三条,《海岛》、《周髀》、《五曹》、《九司》、《孙子》、《三开》、《重差》各一条。试九全通为甲,通六为乙;若落《九章》,虽通六犹为不第。其试《缀术》、《六章》者,准前《缀术》六条、《六章》三条[③];试九全通为甲,通六为乙;若落经者[④],虽通六,犹为不第。

这种严格考核的制度,与唐、宋太学相类同。

在大学执教的,有的是留唐的回国留学生,有的是定居日本的中国人,如:吉备真备,留学中国18年,在赵玄默的教导下,身通六艺,归国后任大学助教。唐学者袁晋卿,随遣唐使至日本,归国时遇风阻,中止返唐,于公元735年定居日本;他深通《文选》《尔雅》之音,为大学音博士,历任玄蕃头、大学头,位至从五品上,赐姓清村宿祢。而史载,吉备真备在大学则讲授:《大衍历议》、《九章》、《周髀》、《定天论》、《史记·天官书》、《汉书·天文志》和《晋书·天文志》。

在对天文生和历算生的培养方面,都有明确规定必修书。史载:

---

① 大宝为日本文武天皇即位所用年号之一,在位期间自公元698—707年。《大宝律令》于公元702年颁行。元正天皇(在位715—724)养老二年(718)对《大宝律令》重新修订,有令义解释。

② 《六章》,即《张丘建》;《三开》,即《夏侯阳》;《重差》,即《五经》;《九司》,即《缉古》。

③ 若以《九章》与《缀术》,及《六章》与《海岛》等六经,愿受试者也同,合听也(任意选择之意)。

④ 指《六章》总不通者也。

公元757年，孝谦天皇命：天文生要学《史记·天官书》、《汉书·天文志》、《晋书·天文志》、《三色星经薄赞》、《韩杨天文要集》等；历算生要学《汉书·律历志》、《晋书·律历志》、《大衍历议》、《九章》、《六章》、《周髀》、《定天论》。

第二节　对朝鲜的交流和影响

朝鲜古代天文学同日本相似，亦受到中国的影响，因地理环境接壤，交通往来十分方便，交流学习机会很多。公元2世纪中期以后，在朝鲜半岛逐渐形成高句丽、百济和新罗三个政治中心，日益强大。公元3世纪，在朝鲜形成三国鼎立的封建国家；它们都同中国有密切交往，大量吸收汉文化，其中天文、历算、医卜、遁甲、方技等书籍和知识早就进人朝鲜。刘宋何承天的《元嘉历》，就是通过朝鲜半岛传到日本的，许多天文、医卜等技术书籍，亦由居住朝鲜的中国人，或朝鲜人作为媒介而带至日本。朝鲜比日本更早接受中国古典天文学，它同日本可称都属古代东方天文体系。

朝鲜的许多学者都曾到中国学习过，或者是中国人移居的学问家。据史载，新罗在统一朝鲜半岛前，就派人来唐留学；统一朝鲜后更派大批留学生。唐文宗开成五年[①](840)，新罗留学生回国人员，就有105人。朝鲜的天文机构，亦按中国制度建立。在朝鲜的三国时代，天文工作即已受到国家重视；在高丽，天文学家称为日者[②]；百济则称天文机构为日官部；新罗则设置天文博士和司天博士。

及至10世纪初，高丽统一朝鲜以后，天文学得到进一步发展，国家天文机构称为太卜监和太史局。公元1392年，李成桂建立起统一的李王朝，国号朝鲜，统治时期达四百多年，相当于中国的明清时期；朝鲜建国之初，即重视天算工作，国家天文机构又称“书云观”，负责天文、历算、气象和漏刻的工作[③]。



朝鲜亦建有古观星台，作为国家天文机构组成部分的观星台，其建立足以表明天文学发达的程度。在7至10世纪，朝鲜半岛为新罗和渤海国分治，这一时期，正值中国隋、唐天文兴盛之时，影响之下，朝鲜的天文建设有所发展。新罗善德女王(在位时间632—647)曾于647年，在朝鲜东南海岸的庆州附近半月城，建立一座观

---

① 新罗国文圣王二年。

② 日者，专门观测和记录天体运动和气象变化，早在2世纪初已设此官。当时，平壤亦设有天文台。见《朝鲜历史概要》一书，朝鲜外国文出版社，平壤，1977年，第33页。

③ 文献记载中，似乎有时称为观象监。



星台，至今保存完好，是世界现存的古老天文台遗迹[①]。

朝鲜的天文机构工作贡献：

1. 天象记录

《三国史记》是朝鲜一部古老史书，记录很多可贵的天象观测资料。据统计：有关天文气象的记事就有 419 条；日食的 55 条；彗星的 40 条；有重要价值的客星记录共 19 条。

至于太阳黑子的纪录，从公元 1024—1383 年，就共有 34 次之多。

2. 历法研究

朝鲜亦同日本一样，采用中国历法。最初行用《元嘉历》，据《三国史记》载：公元 624 年，高丽使者来唐，得到《戊寅历》；新罗于公元 674 年行用中国《麟德历》。8 世纪末，9 世纪初，新罗改用《宣明历》；高丽王朝一直沿用。

1281 年，忽必烈将《授时历》赐给高丽，1298 年，高丽派崔诚之、忠宣等，赴元大都学习《授时历》；后来姜保在 1343 年出版《授时历捷法立成》。明初，朱元璋又颁《大统历》于朝鲜，1370 年，已准得赴明抄写《大统历》回国，在行用时，他们对《授时历》作了修改，并按自己纬度作计算上的改动。

朝鲜王朝世宗李裪（在位时间 1418—1450）和世祖李瑈（在位时间 1455—1468），都通历法。李世宗是有名英主，他在宫廷内，设有从事学术研究的集贤殿，荟萃了有名学者专心致志于研究，天文学亦为项目内容；在其执政第十五年，命郑钦之、郑麟趾、郑招、金淡、李纯之等人，将朝鲜历法与中国历法进行比较研究，编撰《七政算内篇》二章二卷；后又进行本国历法与回历比对研究，编撰《七政算外篇》三章五卷，于 1442 年出版，这是朝鲜天算家的研究成果。在世宗这一朝，开始立推策之法，然而推术亦不出《大统历》范畴。中宗李怿（在位时间 1506—1544），始命司成李纯到中国取革象新书，按图制器。但沿用既久，尚有误差。至 16 世纪初，利玛窦东来，明朝有改历之举，朝鲜先后派人到中国访求新颁历法，在先有郑斗源（1631），在后有金堉和韩兴一（1644）等人。

朝鲜仁祖九年（1631）秋七月，郑斗源自中国带回《治历缘起》和《天文略》各书；仁祖二十二年，复遣观象监提调金堉奉使入燕，同行者有韩兴一，亦购得算书而归。在中国，崇祯四年（1631）以后，陆续随修随刻《崇祯历书》，于崇祯七年告成；金堉所

① 观星台以 27 层砌成，下圆上方。台高 9.1 米，下直径 4.93 米，上直径 2.85 米。在离地 4.16 米处，有方形窗户，朝向正南。台顶上是木质平台，平台上有各种环圈相套的浑仪，是进行天文观测的场所。其用途有各种推测，有的认为是观测天象，也有说是象征王权显赫，或某种礼仪上含义；还有认为是为了佛教上的缘故而设。亦有认为：观星台由 28 层叠石砌成，象征二十八宿，共用石 366 块，象征一年 366 天。

购得者，当为其全部。金堉购归《崇祯历书》之后，疏请观象台监官金尚范等极力研究；至孝宗李淏(在位时间 1649—1659)四年(1653)，金堉领观象监事，奏请行用。这就是朝鲜采用中国历法及相应进行研究的经历情形。

3. 星图研制

公元 1395 年，李成桂命当时国家天文机构书云观天文学家权近(1352—1408)等 11 人绘制全天星图，并出示高丽早期的一幅古星图钞本。权近等人认为，古星图年代久远，已不符天象，应根据观测和计算重新修订，经过了对二十四节气的昏旦中星实测改正之后，于是新的《天象列次分野》星图，重新刻制，立在汉城皇宫花园昌庆苑内。

这石刻天文图完全是中国系统的星图，图中心由拱极星组成，以二十八宿为经线，将天球分成二十八个天区，除黄、赤道外，还有银河，边缘刻十二辰、分野，星官名数也与中国古星图相一致。星图下方和周围的说明采用中国古籍中的文字，据考证，该星图的底本年代不应晚于唐朝，大体与《元嘉历》的中星数据年代相当。这星图还有一特点，那就是采用黄道十二宫名称，但为适应中国 $365\frac{1}{4}$度的全天分划系统，又将 30 度一宫改变为：六宫为 30 度，五宫为 31 度，另一宫为 $30\frac{1}{4}$度，中外合璧，这是朝鲜天文学家的创造。

4. 天文书籍著作

高丽时期，重要天文著作有崔致远(858—910)的历法作品《年代历》，他曾留学中国，专习天算。星占书籍方面则有 10 世纪的《孝纬雌雄图》。此外，还有 1062 年一批天算家的著作，如金成泽的《十精历》，金正的《太一历》，李仁显的《七曜历》，韩行为的《见行历》，梁元尧的《遁甲历》，均未行用。1218 年，金德明还著《新撰历》、《高丽师星曜书》和《高丽日历》等。1657 年，李孝宗时代，天文仪象家崔攸之成功地制造“水运浑仪”，天象观测毫不间断，记录越为详细；公元 1708 年成书的《天东象纬考》，是记录异常天象的著作。

5. 仪象的研制

李世宗朝，曾令仪象家金镔等设计制造了测定季节的圭表；测定时刻的仰釜日晷、日星定时仪；测定天体方位的浑仪和简仪。这其中很多是参考或依照郭守敬所设计制造的仪象结构和原理的。

但是，在这时期朝鲜自行研制的“自击漏刻”，却是别开生面，为朝鲜天文学和机械技术光辉成就的反映。

李世宗时期，由蒋英实主持研制自动报时漏刻的仪象。据《世宗实录》第 65 章中的《报漏阁记》所载，此仪象于 1433 年 9 月制成，安装在皇宫中的吉安宝殿报漏



阁中，在 1434 年 8 月 1 日首次运行报时；《报漏阁记》是当时朝鲜天文学家金淡所撰。

自击漏刻是颇为精致的守时和报时系统结合装置仪象。使用泄水壶和授水壶，使水流量衡定，并利用浮箭上升推力，使上面架子上铁球定时落下，可按十二时辰、五更和 25 个更点，分别由钟、鼓、锣交互报示。这件"自击漏刻"于 1536 年由中宗(在位时间 1506—1544)复制一座新的作为标准报时仪象，但在 1592 年毁于火灾。

根据《漏筹通义》记载：自击漏刻有报十二时辰和五更的两类浮箭，这是依据《授时历》在每年行用结果为基础，共采用十一浮箭。按《漏筹通义》，并借助于《七政算内篇》的计算，对于汉城的日出、日没，在夏、冬至之后的时间，用 11 根浮箭是完全足够。十二时辰的每根浮箭，采用每天百刻，每箭再分十二分段，称为分；这样，每刻相等于现在时刻的 14 分 24 秒；而每分则等于现今的 1 分 12 秒。

朝鲜天文学者通过对中国古代天文学的研究和吸收，朝鲜古代天文机构发挥集体智慧，在天象观测，历法研究和仪象的制作，都达到相当的高度水平；更多的发明不及细述，可在《三国史记》、《新罗史》、《高丽史》、《李朝实录》见其详载。此外，朝鲜学者的观象监日记等，也可提供有益的资料。

6. 天文教育

最后，介绍朝鲜古代的天文教育。

7～8 世纪开始，新罗汲取唐朝教育制度，在国学设算学科，置算学若助教 1 人；以《缀经》、《三开》、《九章》、《六章》教授之。

至高丽王朝(918—1392)，太祖已建学校，但尚未有科举制度，到光宗朝，中国后周武胜军节度使巡官双冀，随封册使到高丽，因病留而不返；于公元 958 年建议仿照唐制，设科取士，分制述(或称进士)、明经两科，及医、卜、地理、书、算、三礼、三传等杂科，各以其业试之，而赐出身，一如唐制。这里的"算"，是指天文算学。

北宋太祖赵匡胤，于公元 960 年立国，与当时的高丽国王王昭往返通使，以示友好；从使者言谈中，可得知高丽王朝继续实行唐朝算学取士制度。我们来看：宋代学者章如愚所著的《群书考索》卷六十四中称："宋大中祥符八年(1015)十一月癸酉，高丽国王王询遣使进奉，告奏使、御事民官侍郎郭元，与东真首领阿卢太来贡。"

我们再看《宋史·高丽传》载：

> 郭元自言：本国……三岁一试举人，有进士诸科，算学每试百余人，登第者不过一二十。

这种制度既继承唐朝，亦与宋朝当时制例相同。因为史载："北宋元丰六年(1081)，于国子监设国学、太学、武学、律学、算学等五学；次年诏：四选命官通算学

者，许于吏部就试，其合格者，上等除博士，中次为学谕。”这种通过考试以选拔人才方法，确有优点。

中国自宋、辽、金、元至明太祖立国，朝鲜自王氏高丽王朝到其后的李氏朝鲜王朝，四百年来，两国双方上下和睦相处；即使王氏末期，中国和高丽尚是信使往返，如洪武二年(1369)，高丽王王颛还遣李维得、金甲雨来中国，其后三年，王颛又请遣子弟入明太学深造。

宋、元、明各朝对国外采购书籍，以及往返通商，都有限制；而对朝鲜则特别例外。如《宋史·交阯列传》称："大观初(约1110)，交阯贡使至京，乞市书籍，有司言法不许，诏嘉其慕义。"除禁书：卜筮、阴阳、历算、术数、兵书、敕令、时务、边机、地理外，余书许购；而对朝鲜则未有此禁例！

可见这对朝鲜与中国之间文化交流的优惠，亦对朝鲜在中世纪之后，仿效中国教育，其中亦包括天文算学的教育，起到积极促进的作用。

附 录

附录一 隋、唐朝印度历法的传入

中国和印度都是文明古国。印度古代天文学亦有悠久的历史。古代天文学和宗教有密切关系。在我国，当佛教传入以后，佛典中的星象和历法，亦就广为流传。

佛教最早传到中国，是在东汉桓帝(149—167)年代，这时中亚细亚人安息国(古波斯)王的太子沙门安清，字世高，来到中国，译有《舍头谏经》。到了六朝(222—588)，佛教渐盛。隋、唐时代，还译有印度传来的佛典。佛典六经在我国都有译本，即：

《大孔雀咒王经》	中唐	齐州	义净译
《舍头谏经》	后汉	安息	安清初译
	西晋	敦煌	竺法护后译
《摩登伽经》	吴	印度	竺律炎
		大月氏	支谦　　合译
《宿曜经》	中唐	南印度	不空三藏译
《日藏经》	隋	北印度	那连提黎耶舍译
《孔雀咒王经》	梁	扶南	伽婆罗译

然而，《摩登伽经》是《舍头谏经》的同本异译。

隋、唐时期印度历法的传进

《隋书经籍志》载有：

《婆罗门天文经》二十一卷　　婆罗门捨仙人所说

《婆罗门竭伽仙人天文说》三十卷

《婆罗门天文》一卷

《婆罗门算法》三卷

《婆罗门阴阳算历》一卷

《婆罗门算经》三卷

上述《婆罗门算法》等，已在隋朝以前由印度传入中国。唐朝费长房著《历代三宝记》[①]卷十一称："《婆罗门天文》二十卷，天和年出[②]，右二十卷，(北周)武帝世摩勒国[③]沙门达摩流支[④]，周言法希，为冢大宰晋荡公宇文護译。"

及至唐朝，流行传自印度的，则有《七曜历》。关于五星，为中国历法家所熟知，而《七曜历》之名，则于三国时代吴黄龙二年(230)始因传译佛经，而连带输入，其后陆续有人进行研究。南北朝陈武帝自永安元年(557)，至陈后主祯明二年(588)，行用《七曜历》。隋唐亦有一短时期沿用。唐朝时，不空和尚译《宿曜经》(759)，已提到七曜的胡名、波斯名和天竺名。而天竺名，在义净所译《大孔雀咒王经》(705)已经译出。因为这时候，西方天竺、回回及敦煌，都用《七曜历》；唐朝亦参用此历法，虽曾一度禁止，可是已流传到了日本。而且，当时在唐德宗建中期间[⑤]，术者曹士蔿[⑥]和前蜀的司天少监胡秀林，都通晓这历法。胡秀林，在唐昭宗景福年间任司天少监，曾与边冈和王墀共撰《景福崇元历》，后来蜀主即位，又任历官，又著《武成昌历》等。

史载：竺律炎在吴孙权黄龙二年庚戌(230)，于杨都(武昌)译《摩登伽经》等四部经。现摘《摩登伽经卷上》载：

> 今当为汝复说七曜：日、月、荧惑、岁星、镇星、太白、辰星，是名为七，罗睺、彗星，通则为九……

又《摩登伽经卷下》载：

> 日、月，荧惑、辰星、岁星、太白、镇星，是为七曜。
> 其岁星者十二岁始一周天，
> 其镇星者于二十八岁乃一周天，
> 太白，岁半始一周天，
> 荧惑，二岁始一周天，
> 辰星，一岁乃一周天，
> 凡岁三百六十五日，日一周天，
> 月三十日乃一周天，
> 此是七曜周天数法。

由此可见，七曜之名义，至迟在黄龙二年已传入中国，《七曜历》普行于中国。对后



① 成书于公元597年。
② 周武帝天和四年己丑(569)。
③ 可能指 Masala 国。
④ Dharmaruci.
⑤ 约公元780—783年。
⑥ 《符天历》的编撰者。



来历法家颇有影响。《晋书·天文志》有“七曜”一目。因陈自永定至祯明年间，行用《七曜历》达三十一年之久，因而《玉海》卷九，专列《陈七曜历》一词目。晋十六国北凉历法家赵歆，于公元 412 年撰《元始历》等，但在这前后，亦著《七曜历数算经》一卷。南北朝时北魏历法家李业兴，于公元 520—547 年曾编《正光历》、《兴和历》等，然而，在这之前，亦著有：《七曜历疏》一卷和《七曜义疏》一卷。

不止如此，尚有称唐曹士蒍的《符天历》，亦本自《七曜历》。《玉海》卷十称：

> (唐)《符天历》：
>
> 崇文目：七曜符天历一卷，符天人元历三卷，符天九曜立成法二卷，符天行宫一卷。
>
> 晁氏志：合元万分历一卷，唐曹氏撰，历元起显庆五年庚申，盖民间所行小历也。
>
> 本天竺历为法。

《七曜历》还流传至日本。当时，日本留学僧宗叡，于天平十八年[①]六月由中国带回一批图书，事见日本《续纪天平》十八年条。而宗叡书写请来法门等目录，有：

《七曜历日》一卷

《七曜禳灾诀》一卷

《七曜二十八宿历》一卷

这是因为中国正参用七曜历法之故。据史载，当时前蜀主王衍时期的司天少监胡秀林进历，亦用《七曜历》。

唐和五代是禁私家不得学习天文和《七曜历》的。唐高宗永徽四年(653)，长孙无忌《唐律疏议》第九卷的“玄象器物”条称：

> 诸玄象器物、天文图书，谶书兵书，七曜历，太一雷公式，私家不得有，违者徒二年，私习天文者亦同，其纬候及论语谶不在禁限。

唐代宗大历二年(767)再度下诏示明：

> ……其玄象器局，天文图书，七曜历，太一雷公式等私家不合辄有……

后周太祖广顺三年(953)，亦明令禁习天文图纬诸书。但都禁而不止。

唐朝印度人瞿昙家族的贡献。

唐朝时印度历法，本有迦叶孝威、瞿昙、拘摩罗等三家。但是《旧唐书》和《新唐书》都盛称瞿昙，其余无闻。现述瞿昙家族贡献概略。

当时，服务于浑天监、浑仪监或太史监者，有瞿昙罗、悉达、谟、谦、宴诸人。史

① 天平，指日本圣武天皇年号，天平十八年，相当于唐开元五年(746)。

书上或有称瞿昙监，是指瞿昙罗所在并任职于上述监的泛称。

此家族以瞿昙逸为首，有四代人前后供职于太史监或司天监，有的并担任领导工作，历唐高宗、武则天、中宗、玄宗、肃宗等朝，共 110 年。

瞿昙逸风格清标，高道不仕。瞿昙罗，在唐高宗麟德期间任太史令，曾上《经纬历》，与《麟德历》参用，他在武则天神功二年(698)又作《光宅历》，将行用，而第二年未颁行。他自麟德二年(665)至神功二年，在太史监服官凡 30 余年。

瞿昙悉达，《开元占经卷一》称：在唐睿宗景云三年(712)，任太史令，与行太史令[①]李仙宗、试太史令殷知易等修浑仪，高宗[②]先天二年(713)修成。景云三年，其第四子譔出生。按开元二年(714)始改太史令为太史监，故先天二年仍称瞿昙悉达为太史令。

瞿昙家族中，以悉达成就为最大。开元六年，他奉敕译撰《九执历》。"九执"二字，不知何解。其历理则以周天为十二相，每相三十度，度法六十分[③]，以显庆二年丁巳(657)为历元，一年 $12\frac{7}{19}$月，一月 $29\frac{373}{703}$日，不计节候，唯以日行盈缩，以求日度，与中国历法大体相同。以每年春分为岁首。《九执历》虽未颁用，只供与《大衍历》校核之用。然其中对日月交食计算，则颇有特色。

开元十六年，悉达又奉敕撰成《开元占经》120 卷。此书唐以后失传，直至明万历四十四年(1616)，才由安徽歙县人程明善，在古佛腹中重新发现，得以流传至今。

《开元占经》内容大致为：叙述唐以前各家对天的认识，论天诸家的观点在书中有综合论述，关于日月星辰、彗星流星陨星、客星、云气、特异星象的星占，共收集了当时可见的 70 余种著作，使得大量文献资料精华，得以荟萃。



除星占内容外，《开元占经》中还留下石氏测量恒星坐标的资料，经辑录而成的有 120 多颗恒星的赤道坐标，这是世界上最早的星表。书中还有关于二十八宿距度的古度数据记载。

《开元占经》中还记载，先秦古六历的积年和一些基本的历法数据。书中翻译了印度《九执历》，在数学方面，印度数学家编算的正弦函数表，亦在这里首次传入中国。

《开元占经》中虽然有大量的占卜语言词汇，但从其资料内涵来看，剔除星占色彩之后，仍不失有历史价值的书籍。从这部书就可见到瞿昙家族对中印文化交流方面的贡献！

---

① 唐、宋官制，以小衔摄大官曰守某官，以大兼小曰行某官，考验使用者曰试某官。

② 高宗应为玄宗。

③ 中国周天为三百六十五度又四分之一度，度法一百分。

瞿昙谦为悉达之子，曾撰《大唐甲子元辰历》。《新唐书·艺文志》有："《瞿昙谦大庚甲子元辰历》一卷。"《玉海》卷十，在"善算瞿昙谦"下注："宗正丞。"

瞿昙譔，《旧唐书·天文志》载："瞿昙譔于唐肃宗宝应元年(762)，尚官司天少监。"然此人品德风格不高，《新唐书·历志》卷二十七上称：

开元九年(721)，《麟德历》署日食比不效，诏僧一行作新历，推大衍数立术以应之，较经史所书气朔日名宿度，可考者皆合。十五年草成，而一行卒，诏特进张说与历官陈玄景等次为《历术》七篇，《略例》一篇，《历议》十篇，玄宗顾访者则称制旨，明年(728)，说表上之，起十七年(729)颁于有司，时善算瞿昙譔者，怨不得预改历事，二十一年(733)，与陈玄景奏：《大衍》写《九执历》，其术未尽，太子右司御率南宫说亦非之；诏侍御史李麟，太史令桓执圭，较灵台候薄，《大衍》十得七八；《麟德》才三四；《九执》一二焉，乃罪南宫说等……

这样，瞿昙譔失败，调离太史监，直到唐肃宗至德三年(758)，才调回任秋官正。但《旧唐书·天文志》载："瞿昙譔于肃宗宝应元年(762)尚官司天少监。"

瞿昙譔的六子中，只有第五子晏任职冬官正，其他人无资料可考。

附录二　宋朝回人马依泽任职司天监的考证

早在10世纪，伊斯兰教就已传入中国新疆南部，以后不断向中国西部地区发展，为了适应其宗教活动需要，逐渐在各地建立起清真寺。因而，阿拉伯天文学亦就不可避免地传入中国。

1968年，台湾学者罗香林教授，发现在美国哥伦比亚大学东亚图书馆收藏有《怀宁马氏宗谱》[①]载：



吾族系出西域鲁穆。始祖讳系鲁穆文字，汉译马依泽公，遂以马授姓。宋太祖建极，初召修历，公精历学，建隆二年，应诏入中国，修天文。越二年，成书，由王处讷上之。诏曰可。授公钦天监监正，袭侯爵。家陕西泾阳县永安镇。至十一世祖讳乾玠公，由进士累官河南太守，卒于官，遂籍新野。

马依泽在宋初曾参与编撰《应天历》，在史书中从未见有记载，这条资料，自然引起天文学史界的关注。关于其生平及来华活动，在《怀宁马氏宗谱·始祖考妣

① 据考证：此宗谱为明成化五年(1469)马义所修，清光绪二年(1876)重修，就是流传到美国的版本。重修本为马依泽第三十六代后裔。怀宁，今安徽省安庆。因其第十八代后裔马哈直于洪武二十二年(1389)任安庆左卫，故迁居安庆。

序》中，有更详细的记载：

> 马依泽公，号渔叟。西域鲁穆国人。肇由来中，时建隆二年，岁次辛酉。旌表天文略部，授钦天监，世袭侯爵。筑居陕西西安府泾县永安镇、李尚书塔傍。来中时四旬，生于勒比阿敖勿里月[①]第二十日，故于景德二年五月初十日。

由此推知：建隆二年辛酉来华时四十岁，可推知其诞生于公元921年伊斯兰历三月二十日，相当于公历7月29日，死于1005年6月16日。

我们所感兴趣的是：阿拉伯天文学是否在宋初开始传入中国，马依泽是否参加了编撰《应天历》工作？经研究，在《应天历》中，确实引进阿拉伯天文学成分。在历日推算中不但明确地使用了以七日为周期的星期制度，而且有阿拉伯伊斯兰天文学的特点：

首先，《应天历》以宋建隆三年(962)之前4825558年甲子岁为历元，其历元之日，恰逢甲子、金曜日、朔旦冬至。这就是《应天历》："命从金星、甲子"算起的道理所在。将星期制度正式列入历法推算之中，这在中国历法史上还是第一次。

其次，在《应天历》中，有推算任何一年冬至的干支和星期的方法。它以10002为日法，730635为岁总；岁总的五倍除以日法，即得回归年。所以，自历元至某年冬至的积日，便等于积年乘岁总的五倍，再除以日法。将积日减去840168的若干倍，其减余如减去60的若干倍，便得该年冬至的干支序数；减余如减去7的若干倍，便得该年冬至星期的序数。该历干支以甲子为起首，星期以金星为起首。这样，任何一年的冬至干支和星期便能直接求出。以上计算载《宋史·律历志一》。

在推算某年冬至干支和星期的同时，也有推算十一月朔的干支和星期的方法，《宋史·律历志二》中亦有记载。



确定了十一月朔日和冬至的星期和干支以后，其他各月朔日和二十四节气的星期和干支，便很容易求得。因而，自《应天历》开始，任何一天为星期几，都有明确记载，其后来的《乾元历》和《仪天历》，也加以继承；影响较为深远，为中国境内的穆斯林进行宗教活动带来方便。

于是，马依泽曾经参与编撰《应天历》是有根据的。这样，《宋史·律历志一》载："宋初，用周显德《钦天历》，建隆二年五月，以其历推验稍疏，乃诏司天监王处讷等，别造历法，四年四月，新法成，赐号《应天历》"。那么，马依泽对此历的主要贡献，就在于协助王处讷将阿拉伯的星期制度引入于《应天历》计算之中。

马依泽是否任司天监监正呢？我国近代史学家水子立[②]在《中国历代回教名贤事略汇编》书中《宋代名贤马依泽》条目称：

---

① 勒比阿敖勿里月，伊斯兰历三月 Rabia-al-awwel 的音译。

② 载《回教论坛》半月刊，第3卷第1、2、12期；又引载于《中国伊斯兰教史参考资料选编》，第660页。

马依泽，西域国人。精历法。奉使入中国。建隆二年至汴。太祖见即大悦，留备顾问，授钦天监正。占天象，考校汉唐以来，凡日月薄食、五星行度，推步精细，证前史多年之误。曾蒙帝手敕褒美。老爱秦中山水，携子孙卜居泾阳，因家焉。由是世为关中望族。

据马肇曾和陈久金的研究分析①认为：马依泽所熟悉的日月食、五星行度的计算，以及占星术，自成体系，与中国不同；为帝王占卜，这是历代帝王最为重视的工作，故宋太祖将马依泽留备顾问、授职司天监，用其术与中国传统天文学相参考比较；这是可能的。

再之，从当时的天文历法家阵容来看，王处讷在任司天监正，只一年多即去世；其他如昭素亦为历法家，但其职位亦不过冬官正。参与修历竞争的，还有徐莹、董昭吉等人，其职位亦不可能高于五官正。其他如当时在司天监中评判各家历法疏密的主要代表人物是秋官正史端，其子史序这时已在司天监任职，他于咸平四年(1001)编成《仪天历》颁行，于景德二年(1005)升司天监少监；再如较有成就的苗训和苗守信父子，苗训在天文职务为翰林天文，苗守信则曾与吴昭素合作，撰《乾元历》，至道年间官司天少监。

由此可见，宋初天文学改历活动虽然频繁，亦曾出过不少人才，但在马依泽来华及至逝世的40年间，这些知名人物，很少有任过司天监监正；因而，《怀宁马氏宗谱》所载其长期担任司天监一事，应是可信的。

不但马依泽在宋初司天监中任职，其长子、次子亦都在司天监中担任主要职务。《怀宁马氏宗谱》载：

马依泽公有三子；长子马额，字昭明，于太平兴国二十二年丁酉三月二十六日，奉旨袭侯爵，兼钦天监正。次子马怀，字望明，宋真宗咸平四年辛丑十一月二十一日，奉旨恩荫承德郎、钦天监监副。三子马忆，字思明，宋真宗天禧五年封龙虎将军、上护军副总兵。

看来，《怀宁马氏宗谱》称：马依泽长子马额在至道三年任司天监，次子马怀于咸平四年编《仪天历》后任司天少监都是事实。在王处讷于太平兴国七年去世之后，司天监一职大约仍由马依泽担任，直到他年老时，才退休改由其长子任司天监，同时袭封侯爵。

由以上分析可知，马依泽于建隆二年自天方附近的鲁穆地方到中国，很得宋太祖的赏识，留备顾问并参与编撰《应天历》，将伊斯兰的星期制度第一次正式引入中国历法。他不但熟知日月交食和五星方位的推算，而且精通阿拉伯天文星占；故

① 见《回人马依泽对宋初天文学的贡献》，《中国科技史料》，1989年第10卷第2期第3页。

此，当《应天历》于建隆四年颁行以后，便授职司天监。又因他来自天方伊斯兰正宗，熟知教义，便同时充任中国伊斯兰教务方面的顾问，于乾德四年(966)，封为侯爵。除太平兴国六至七年王处讷担任司天监外，其余时间大约一直由马依泽担任司天监，直至太宗至道三年(997)致仕为止。退休以后，由其长子马额继任司天监并袭封侯爵。次子马怀亦于真宗咸平四年任司天少监。将黄道十二宫用于星占，是阿拉伯星占术的特点之一。为了有效地进行星占，马依泽父子便把黄道十二宫的方位及太阳入宫日期的推算方法引进中国天文学，这在中国天文史上亦是第一次。由于阿拉伯天文星占在军事上的重要意义，其三子马忆亦得以在军队中担任要职，并把阿拉伯天文星占应用于军事方面。因此，马依泽的来华，对于阿拉伯的天文学传入中国，是有特殊贡献的。

附录三　乘率 k_i 的求法

秦九韶把 A_i 称为"定数"，g_i 称为"奇数"。他的"大衍求一术"实际上就是把奇数 g_i 和定数辗转相除，相继求得商数 $q_1,q_2,q_3,\cdots,q_n$ 和余数 $r_1,r_2,r_3,\cdots,r_n$。在辗转相除过程中，即可算出下表右侧的 c_i 值：秦九韶指出：当 $r_n=1$，而 n 是偶数时，最后得到的 c_n 就是所求乘率 k_i。如果 $r_n=1$，而 n 是奇数，那么把 r_{n-1} 和 r_n 相除，形式上令 $q_{n-1}=r_{n-1}-1$，那么余数 r_{n+1} 仍然是 1，再作 $c_{n+1}=q_{n+1}c_n+c_{n-1}$，这时 $n+1$ 是偶数，c_{n+1} 就是所求的 k_i。不论哪种情形，最后一步都出现余数为 1，所以称"求一术"。

	商数	余数	c 值
A_1/g_1	q_1	r_1	$c_1=q_1$
g_1/r_1	q_2	r_2	$c_2=q_2c_1+1$
r_1/r_2	q_3	r_3	$c_3=q_3c_2+c_1$
⋮	⋮	⋮	⋮
r_{n-2}/r_{n-1}	q_n	r_n	$c_n=q_nc_{n-1}+c_{n-2}$

例：求证 $g=79$，$A=325$ 的乘率 k 为 144。

证：

g	79
A	325

1	79
1	325

1	g
$c_1=q_1$	r_1
	(q_1)

1	79
$c_1=q_1=4$	9
	$(q_1=4)$

	(q_2)
$c_2=c_1q_2+1$	r_2
c_1	r_1

1	$q_2=8$
$c_2=33$	7
4	9

c_2	r_2
$c_3=c_2q_3+c_1$	r_3
	q_3

33	7
$c_3=33+4$	
$=37$	2
	$(q_3=1)$

	(q_4)
$c_4=c_3q_4+c_2$	r_4
	r_3

	$(q_4=3)$
$c_4=37\times3$	
$+33=144$	1
r_3	2

$r_4=1$，n 为偶数，故此 $c_4=144$，即为所求乘率 k。

附录四　关于《开禧历》中 $377873P\equiv188578(\text{mod}499067)$ 的推演

已知：

$$\frac{6172608}{16900}\times[9180(\text{mod}19500)]=\frac{499067}{16900}Z+\frac{163771}{16900}$$

通分，得：

$$6172608\times9180[\text{mod}(6172608\times19500)]=499067Z+163771\qquad(A)$$

又因：

$6172608=499067\times12+183804$

$183804\times9180\equiv474260(\text{mod}499067)$

$183804\times19500\equiv377873(\text{mod}499067)$

将各数代入(A)式，化简后得：

$474260(\text{mod}377873)\equiv163771(\text{mod}499067)$

$0(\text{mod}377873)\equiv188578(\text{mod}499067)$

如令 P 为整数，则上式可化为：

$377873P\equiv188578(\text{mod}499067)$

下面进行演算。因为：

$N=R(\text{mod}m)$　等价于不定方程 $N=mx+R$　(B)

故此：

$$6172608\times9180[\text{mod}(6172608\times19500)]\equiv499067Z+163771 \quad (1)$$

$$6172608\equiv183804(\text{mod }499067)\rightarrow=499067a_1+183804 \quad (2)$$

$$183804\times9180\equiv474260(\text{mod }499067)\rightarrow=499067a_2+474260 \quad (3)$$

$$183804\times19500\equiv377873(\text{mod }499067)\rightarrow=499067a_3+377873 \quad (4)$$

以(2)，(3)，(4)式各值代入(1)式左端，得：

$$(499067a_1+183804)\times9180[\text{mod}(499067a_1+183804)\times19500]$$

$$\equiv(499067\underbrace{a_1\times9180}_{\text{用}a_4\text{表示}}+\underbrace{183804\times9180}_{(3)})[\text{mod}(499067\underbrace{a_1\times19500}_{\text{用}a_5\text{表示}}+\underbrace{183804\times19500}_{(4)})]$$

$$\equiv(499067a_4+499067a_2+474260)[\text{mod}(499067a_5+499067a_3+377873)]$$

$$\equiv[499067\underbrace{(a_4+a_2)}_{\text{用}a_6\text{表示}}+474260][\text{mod}(499067\underbrace{(a_5+a_3)}_{\text{用}a_7\text{表示}}+377873)]$$

$$\equiv(499067a_6+474260)[\text{mod}(499067a_7+377873)]$$

根据(B)式，可改写成为不定方程：

$$(499067a_7+377873)P+499067a_6+474260$$

$$\equiv499067\underbrace{(a_7P+a_6)}_{\text{用}a_8\text{表示}}+377873P+474260$$

$$\equiv499067a_8+377873P+474260$$

于是，由(1)式可得：

$$499067a_8+377873P+474260=499067Z+163771$$

移项，整理得：

$$377873P+474260=499067Z+163771-499067a_8$$

$$377873P+474260=499067\underbrace{(Z-a_8)}_{\text{用}Z_1\text{表示}}+163771 \quad (5)$$

再化成同余式，即为：

$$474260(\text{mod}377873)\equiv163771(\text{mod}499067Z_1)$$

从(5)式可以看出，只要将 474260 移至右端，可得到：

$$377873P\equiv499067Z_1+163771-474260$$



$$377873P \equiv 163771 \bmod 499067 - 474260$$
$$\equiv (163771 + 499067 - 474260)(\bmod 499067)$$
$$\equiv 188578(\bmod 499067)$$

亦就是：

$$0(\bmod 377873) \equiv 188578(\bmod 499067)$$

证完。

附录五　求 $g=377873$，$A=499067$ 的乘率 k 为 457999

证：

g	377873	1	377873
A	499067	1	499067

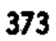
1	g	1	377873
$c_1=q_1$	r	1	121194
	(q_1)		$(q_1=1)$

	(q_2)		$(q_2=3)$
$c_2=c_1q_2+1$	r_2	4	14291
c_1	r_1	1	121194

c_2	r_2	4	14291
$c_3=c_2q_3+c_1$	r_3	33	6966
	(q_3)		$(q_3=8)$

	(q_4)		$(q_4=2)$
$c_4=c_3q_4+c_2$	r_4	70	559
	r_3	33	6866

c_4	r_4	70	559
$c_5=c_4q_5+c_3$	r_5	873	158
	(q_5)		$(q_5=12)$





	(q_6)		$(q_6=3)$
$c_6=c_5q_6+c_4$	r_6	2689	85
c_5	r_5	873	158

c_6	r_6	2689	85
$c_7=c_6q_7+c_5$	r_7	3562	73
	(q_7)		$(q_7=1)$

	(q_8)		$(q_8=1)$
$c_8=c_7q_8+c_6$	r_8	6251	12
c_7	r_7	3562	73

c_8	r_8	6251	12
$c_9=c_8q_9+c_7$	r_9	41068	1
	(q_9)		$(q_9=6)$

	(q_{10})		$(q_{10}=11)$
$c_{10}=c_9q_{10}+c_8$	r_{10}	457999	1
c_9	r_9	41068	1

从最后右方框可看到(r_{10})已成为1,并且$n=10$为偶数。因此左方框c_{10}就是所要求的乘率,即:$k=457999$。证明完毕。

附录六 元朝郭守敬《授时历》两个球面三角公式

中国古代天文学家测量太阳在天空中的位置,有所谓"黄道积度",是从冬、夏至点算起,因而是黄经的余弧;有所谓"赤道经度",也是赤经的余弧。"赤道内外度"就是太阳所在点的赤纬。《授时历》首创由已知的黄道积度,求赤道积度和赤道内外度的两个球面三角公式。

由太阳的黄道积度求赤道积度和赤道内外度,古代天文学家只能在浑仪上直接量取。宋代姚舜辅在制《纪元历》时,曾创立一个经验公式进行计算,但不精密。郭守敬在《授时历》中所创立的新方法——弧矢割圆法,是从宋沈括《会圆术》的基础上,配合使用相似三角形各线段之间的比例关系,来导得从黄道积度求赤道积度



和赤道内外度的准确计算公式。

现在,我们从相似三角形间比例关系及平面三角学的运算,亦可推出这两个公式。

如图 1:A 春分点;E 夏至点;$\overset{\frown}{AD}$弧为黄道象限弧;$\overset{\frown}{AE}$弧为赤道象限弧;$\overset{\frown}{ED}$弧为黄赤大距;$\overset{\frown}{BD}$弧为黄道积度——太阳在 B 点时黄道余弧;$\overset{\frown}{CE}$弧为赤道积度——太阳在 B 点时的赤道余弧;$\overset{\frown}{CB}$弧为赤道内外度——太阳在 B 点时的赤纬。由太阳的黄道积度来求赤道积度和赤道内外度,就是从已知的$\overset{\frown}{BD}$弧求$\overset{\frown}{CE}$弧和$\overset{\frown}{CB}$弧的度数。

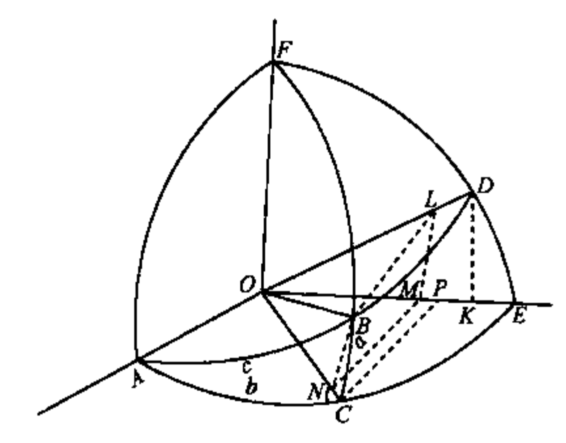


图 1　由太阳的黄道积度求赤道积度和赤道内外度

我们作 Rt$\triangle OML$ 与 Rt$\triangle OKD$,则 Rt$\triangle OML \backsim$ Rt$\triangle OKD$,故有:

$$BN = LM = \frac{OL}{OD} \cdot DK$$

又因 $OB = OD$ 为球面半径,故得:

$$OM = \frac{OL}{OD} \cdot OK$$

故有:

$$\frac{BN}{OB} = \frac{OL}{OB} \cdot \frac{DK}{OD}$$

而对于球面直角三角形 ABC,这就是:

$$\sin a = \sin c \cdot \sin A \tag{1}$$

再由于 Rt$\triangle OPC \backsim$ Rt$\triangle OMN$,故有:

$$CP = \frac{OC}{ON} \cdot MN$$

以及:

$$ON = \sqrt{OM^2 + MN^2} = \sqrt{\left(\frac{OL \cdot OK}{OD}\right)^2 + MN^2}$$

这就导出了：

$$CP=\frac{OC\cdot MN}{\sqrt{\left(\frac{OL\cdot OK}{OD}\right)^2+MN^2}}$$

如果再进一步，不难看到：

$$OC=OD=OB, MN=BL$$

而：

$$\frac{CP}{OC}=\frac{MN}{\sqrt{\left(\frac{OL\cdot OK}{OD}\right)^2+MN^2}}=\frac{\frac{MN}{OB}}{\sqrt{\left(\frac{OL\cdot OK}{OB\cdot OD}\right)^2+\left(\frac{MN^2}{OB}\right)}}$$

再由$\triangle OPC$，$\triangle OMN$，$\triangle OLB$ 和$\triangle ODK$，可分别得出：

$$\frac{CP}{OC}=\cos b,\quad \frac{MN}{OB}=\cos c,\quad \frac{OL}{OB}=\sin c;\quad \frac{OK}{OD}=\cos A$$

于是，又得：

$$\cos b=\frac{\cos c}{\sqrt{\sin^2 c\cos^2 A+\cos^2 c}} \tag{2}$$

再由 $OP=\frac{OC}{ON}\cdot OM$，同理易得：

$$\sin b=\frac{\sin c\cos A}{\sqrt{\sin^2 c\cos^2 A+\cos^2 c}} \tag{3}$$

继而由式(2)、(3)可得：

$$\tan b=\tan c\cos A \tag{4}$$



综合(1)、(4)两式，导得：

sin(赤纬)＝sin(黄经)sin(黄赤大距)

tan(赤经)＝tan(黄经)cos(黄赤大距)

这就容易地由 BD 弧求出 CE 弧和 CB 弧了。证明完毕。

附录七 白道交周的推演

《授时历》中有白道交周的计算，十分精彩！白道交周就是指："当黄、白道交点正处在冬(或夏)至点上时，白、赤道与黄、赤道交点之间的距离为 14 度 66 分"。此时，这个角度为最大。《授时历》中称这距离为"极数"。

如图 2，我们把天球投影在 OXZ 平面上，$\overset{\frown}{OD}$为赤道投影，$\overset{\frown}{OA}$为黄道投影，$\overset{\frown}{AE'C'}$为白道投影。E'为白、赤道交点 E 的投影。$\overset{\frown}{AE'C'}$本应是椭圆，但《授时历》



把它近似地作为圆弧来处理。因而，可定出一个圆心 M(见图 3)。

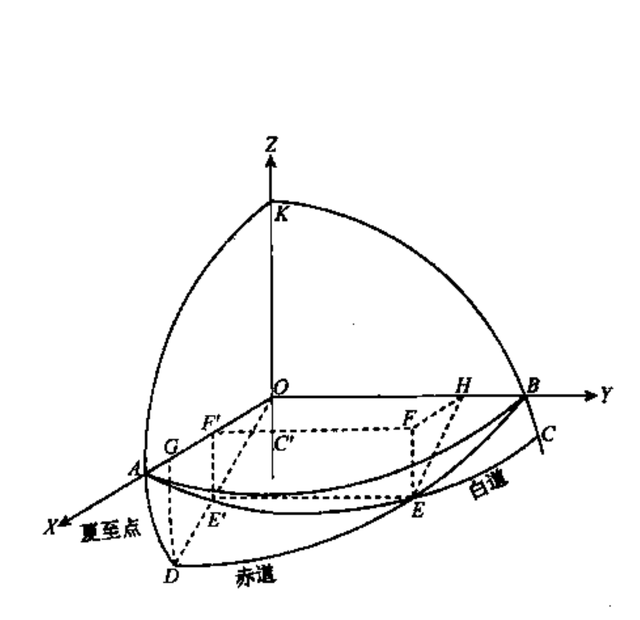


图 2　白道交周的推演(1)

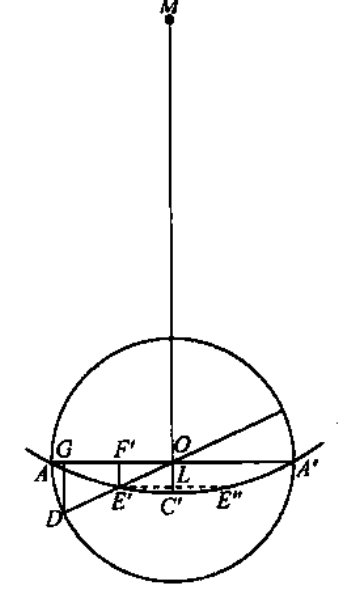
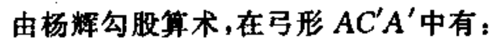


图 3　白道交周的推演(2)

注意：

(1)《授时历》中不论直线或弧线，都用度做单位。如$\widehat{AD}$当时取为 23 度 90 分；$\overline{OA}$为天球半径，应该等于 182.625 度除以 π(取 π=3)，故$\overline{OA}$=60.875 度。$\overline{OC'}$则近似地取为黄、白交角$\widehat{BC}$的数值，为 6 度。

(2)《授时历》中引用沈括“会圆术”公式，即：半弧背＝半弧弦＋$\frac{矢^2}{2半径}$；以及杨辉勾股算式：直径＝$\frac{半弧弦^2}{矢}$＋矢，互相求证。因此，如已知半径，则由半弧背就可求出半弧弦。在本题中，可求出$\overline{DG}$=23 度 71 分，$\overline{OG}$=56 度 06 分 50 秒。



由杨辉勾股算术，在弓形 $AC'A'$ 中有：

$$(MC'+MC')=\frac{\overline{OA}^2}{\overline{OC'}}+OC'$$

或：　$$MC'+MC'-OC'=\frac{\overline{OA}^2}{\overline{OC'}}$$

$$MC'+MO=\frac{\overline{OA}^2}{\overline{OC'}}=\frac{60.875^2}{6}=617.63\text{ 度}$$

再有，在弓形 $E'C'E''$ 中有：

$$\overline{E'L}^2=\overline{OF'}^2=(MC'+ML)\times LC'$$

令 $OL=x$，则：



$$\overline{E'L}^2=\overline{OF'}^2=(MO+MC'+x)(OC'-x)$$

近似地有：

$$\overline{OF'}^2=617.63\times(6-x)=3705.78-617.63x \quad (1)$$

又：

$$\overline{OF'}=\frac{\overline{OG}}{\overline{DG}}\times\overline{E'F'}=\frac{50.065}{23.71}x=2.37x$$

则：

$$\overline{OF'}^2=(2.37x)^2=5.619x^2 \quad (2)$$

(2)、(1)两式相消得：

$$5.6169x^2+617.63x-3705.78=0$$

解得：

$$x=5.704\text{ 度}$$

于是：

$$\overline{OE'}=\frac{\overline{OD}}{\overline{DG}}\times x=14\text{ 度 }63\text{ 分}$$

OE'也就是前面的白道交周图中的$\overline{EH}$。

取该图的局部如图4，在半弓形 EHB 中，有：

$$\widehat{EB}=EH+\frac{HB^2}{2(OB)}$$

$$=EH+\frac{HB^2}{2\times60.875}$$

$$=14\text{ 度 }63\text{ 分}+\frac{HB^2}{121.75}$$

我们再求 HB^2。由杨辉勾股算术有：

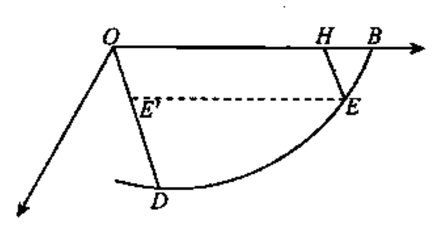


图4　白道交周的推演(3)

$$HE^2=HB(2\times OB-HB)$$

$$14.63^2=HB(121.75-HB)$$

$$HB^2=121.75HB-214.3296$$

解得：



$$HB = 1.787\text{度}$$

故而：

$$\widehat{EB} = 14\text{度}63\text{分} + \frac{1.787^2}{121.75} = 14\text{度}66\text{分}$$

证毕。

附录八　清朝钦天监则例

钦天监：

管理钦天监事务王大臣1人。

监正：满洲1人，汉1人。

左监副：满洲1人，汉1人。

右监副：满洲1人，汉1人。

主簿厅主簿：满洲1人，汉1人。

1. 时宪科五官正：满洲2人，蒙古2人，汉军1人。

春官正：汉1人。秋官正：汉1人。

夏官正：汉1人。冬官正：汉1人。

中官正：汉1人。

司书：汉1人。

博士：满洲4人，蒙古2人，汉军1人，汉15人。

2. 天文科灵台郎：满洲2人，蒙古1人，汉军1人，汉4人。

监候：汉1人。

博士：汉2人。

3. 漏刻科挈壶正：满洲1人，蒙古1人，汉2人。

司晨：汉军1人。

博士：汉军1人，汉7人。

笔帖式：满洲1人，蒙古4人，汉军2人。

顺治元年，设钦天监监正、监副。所属天文、时宪、漏刻三科。五官正、保章正、挈壶正、灵台郎，监候、司晨、司书、博士典簿等官，均用汉员。

康熙三年，议增钦天监满洲官员。设灵台郎2人，挈壶正2人，博士2人。笔帖式6人。五官正1人。俱选用精通满汉文字之人，至观象台看天象。每日有天文科汉官1人。毋庸增设满洲官员。奉谕："观看天象，关系重大，应令满官兼看。天文科满官，应作何添设，着再议具奏，钦此。"

遵旨议定："天文科再增设满洲官五人。每日轮派满汉官各一人，赴观象台观

看天象。”

康熙四年定：“满汉监正各一人。满汉左右监副各二人。满汉主簿各一人，满洲、蒙古五官正各二人。汉军五官正一人。汉春官正一人，夏官正一人，中官正一人，秋官正一人，冬官正一人。满洲五官灵台郎三人。汉军五官灵台郎一人。汉五官灵台郎四人。满洲五官挈壶正二人。汉五官挈壶正二人。汉五官监候正一人。汉五官保章正二人。汉五官司书二人，汉军五官司晨一人。汉司晨一人。满洲博士六人。汉军博士二人。汉博士三十六人。满洲笔帖式十一人，蒙古笔帖式四人，汉军笔帖式二人。又裁汉博士十四人。”

康熙五年，复设汉博士二人，共二十四人。八年定：汉监正用西洋人，名曰监修。十四年裁汉五官司书一人，汉五官司晨一人。汉五官保章正二人。

雍正三年，以西洋人实授监正，去监修名；六年，增设西洋监副一人。

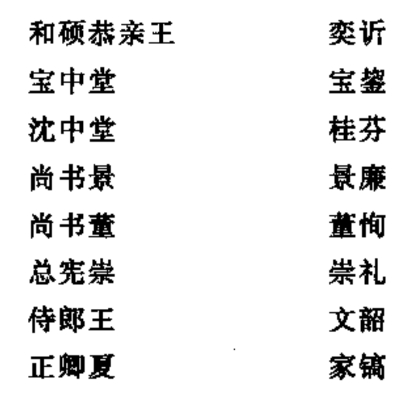
乾隆十年定：监副以满、汉、西洋人分用。又特简大臣兼理监务。十八年谕：“钦天监着裁满汉监副各一人。增设西洋左右监副各一人。”四十四年，以亲王管理监务。四十七年奏准：“原设满洲灵台郎三人，定为满洲二人，蒙古一人。原设满洲挈壶正二人，定为满洲一人，蒙古一人。原设满洲博士六人，定为满洲四人，蒙古二人。”

道光六年定：“现在并无西洋在京当差之人。仍定为满汉监正各一人。满汉左右监副各二人。”

录自《钦定大清会典事例卷二十二》吏部·官制·钦天监

附录九　京师同文馆总管大臣、专管大臣

总管大臣（即总理各国事务衙门大臣）


和硕恭亲王　奕䜣
宝中堂　宝鋆
沈中堂　桂芬
尚书景　景廉
尚书董　董恂
总宪崇　崇礼
侍郎王　文韶
正卿夏　家镐

《同文馆题名录》光绪五年刊



和硕庆亲王	奕劻
军机大臣户部正堂王	文韶
军机大臣礼部正堂廖	寿恒
刑部正堂步军统领崇	崇礼
刑部正堂赵	舒翘
吏部左堂徐	
工部左堂许	景澄
光禄寺正堂袁	袁昶
候补三品京堂桂	桂春
候补三品京堂联	联元
太仆寺少堂裕	裕庚

专管大臣

刑部正堂步军统领崇	崇礼
光禄寺正堂袁	袁昶

据钱实甫《清季新设职官年表》

监察官

头品顶戴布正使衔	赫德

《同文馆题名录》光绪二十四年刊

附录十 京师同文馆历任提调

提调，官名。清代会典馆律例，馆之类皆置提调，位总裁下；又各局有总办者亦置提调，乡会试有内外提调；皆掌调遣吏役处理事务。

成　林　（原任本署大臣）
夏家镐　（原任本署大臣）
周家楣　（原任本署大臣）
吴廷芬　（前任本署大臣）
袁　昶　（现任本署大臣）
斌　椿　（前内务府郎中候选道）
陈　钦　（前直隶津海关道）
洪　绪　（前江西广饶九南道）
文　惠　（前江西吉南赣宁道）
方汝翼　（前江西布政使）

谭金诏 （前记名海关道兵部郎中）
齐克慎 （四川候补知府）
张其浚 （前甘肃安肃道）
叶毓桐 （前甘肃安肃道）
梁钦辰 （前安徽徽宁池太广道）
陈钦铭 （前江苏常镇通海道）
苑棻池 （前浙江温处道）
双　福 （前安徽徽宁池太广道）
董世延 （原任记名海关道刑部郎中）
冯芳缉 （原任记名御史海关道刑部郎中）
达　斌 （原任记名御史海关道户部员外郎）
成　章 （现任二品衔光禄寺少卿）
陈　诚 （原任四品衔记名海关道户部郎中）
孔庆辅 （原任二品衔湖北汉黄德道）
吕海寰 （现任二品衔出使德和钦差大臣）
玉　宽 （原任记名海关道户部员外郎）
俞钟颖 （现任二品衔湖北荆宜施道）
长　恒 （现任花翎二品衔江苏常镇通海道）
锡　桐 （前任二品衔山东登莱青道）
童德璋 （现任四品衔记名海关道兵部郎中）
吴景祺 （现任二品衔安徽徽宁池太广道）
杨宜治 （原任太常寺少卿）
陈名侃 （现任四品衔户部郎中）
张兆兰 （现任四品衔掌陕西道监察御史）
瑞　良 （现任四品衔户部郎中）
刘宇泰 （现任三品衔户部郎中）
顾肇新 （现任四品衔刑部郎中）
何兆熊 （现任四品衔礼部郎中）
松　年 （现任三品衔户部郎中）
沈曾植 （前四品衔刑部郎中）
关以镛 （现任四品衔刑部郎中）
朱有基 （现任花翎三品衔记名繁缺知府户部郎中）

《同文馆题名录》光绪二十四年刊



附录十一　历年调取上海、广州学员名单

上海同文馆：

1. 同治七年三月初九(1868 年 4 月 1 日)

　严良勋　席　淦　汪凤藻　汪远焜　王文秀

2. 同治十年八月(1871 年 9 月)

　朱格仁　杨兆莹　金仁述　王宗福　徐广坤　杨兆鋆　黎子洋

3. 光绪五年十一月初一(1879 年 12 月 13 日)

　吴宗濂　黄致尧

4. 光绪十六年七月(1890 年 8 月)

　朱敬彝　陈贻范　杨书雯　陆征祥　刘式训　刘镜人　翟青松

5. 光绪二十二年(1846 年)

　周传经　唐在复　戴陈霖　黄书淦　徐绍甲　方传钦　陈思谦

广东同文馆：

1. 同治十年七月初七日(1871 年 8 月 29 日)

　博勒洪武　韩常泰　坤扬　杨枢　马呈忠　沈铎　善桐　叶兆仪　王镇贤　左庚　罗谦和

2. 同治十一年九月廿二日(1872 年 10 月 23 日)

　蔡锡勇　那三　左秉隆

3. 光绪十六年三月(1890 年 4 月)

　茂连　齐海　杨福　丁永焜　周自齐　杨晟　联康　元章　马廷亮　王汝淮　李克亨　董鸿钧

4. 光绪二十二年(1896 年)

　多兴　蒋俊　爱存　柏锐　国栋　熙臣　薛永年　毛秉科

5. 光绪二十五年(1899 年)

　李殿璋　窦学光　许国祯　许国梁　谢有熊　柏荃

参考文献

[1] (汉)司马迁.史记·五帝本纪.北京:中华书局,1959.
[2] (宋)王应麟.玉海.北京:文物出版社,1987.
[3] (清)阮元.畴人传.上海:商务印书馆,1935.
[4] 朱文鑫.历代日食考.上海:商务印书馆,1932.
[5] 黄侃.白文十三经.上海:上海古籍出版社,1983.
[6] 李俨.中国算学史.上海:商务印书馆,1937.
[7] 淮南子.上海:上海古籍出版社,1985.
[8] 吕思勉.先秦史.上海:上海古籍出版社,1982.
[9] 陈久金,等.彝族天文学.昆明:云南人民出版社,1984.
[10] 中国天文学史整研小组.中国天文学史.北京:科学出版社,1981.
[11] 杜石然,等.中国科学技术史稿.北京:科学出版社,1982.
[12] 陈遵妫.中国天文学史.第四册.上海:上海人民出版社,1989.
[13] 竺可桢.我国古代在天文学上的伟大贡献.科学通报,1951,2(3).
[14] 席泽宗.论中国古代天文学的社会功能.合肥:中国科学技术大学出版社,1987.
[15] 闫林山,全和钧.我国固有的百刻计时制.见科技史文集第6辑.上海:上海科技出版社,1980.
[16] 张钰哲.天文学报.第19卷(第1期).北京:科学出版社,1977.
[17] [日]薮内清著.梁策,等译.中国·科学·文明.北京:中国社会科学出版社,1988.
[18] [英]李约瑟.中国古代和中世纪的天文学.见潘吉星主编.李约瑟文集.沈阳:辽宁科学技术出版社,1986.
[19] (清)黄本骥.历代职官表.上海:上海古籍出版社,1980.
[20] 汉书·律历志上.北京:中华书局,1962.
[21] (清)孙星衍.汉官六种.上海:中华书局,1927.
[22] (唐)李林甫.唐六典.北京:中华书局,1992.
[23] 陈直.三辅黄图校证.西安:陕西人民出版社,1980.
[24] (宋)王应麟.玉海.卷一百六十二.北京:文物出版社,1987.
[25] 汉书·王莽传.北京:中华书局,1962.
[26] (宋)李昉.太平御览.卷五百三十三.嘉庆二十三年刻本.
[27] 陈直.汉书新证.天津:天津人民出版社,1979.
[28] 后汉书·律历志中.北京:中华书局,1965.
[29] 后汉书·礼仪志.北京:中华书局,1965.

[30] 朱文鑫.历法通志.上海:商务印书馆,1934.
[31] 华同旭.中国漏刻.合肥:安徽科学技术出版社,1991.
[32] 汉书·百官志.北京:中华书局,1962.
[33] 后汉书·百官志.北京:中华书局,1965.
[34] 中国天文学简史编写组.中国天文学简史.天津:天津科学技术出版社,1979.
[35] 历代天文律历等志汇编(五).北京:中华书局,1976.
[36] 中国天文学史整理研究小组.中国天文学史.北京:科学出版社,1981.
[37] 三国志.北京:中华书局,1959.
[38] 晋书·百官志.北京:中华书局,1974.
[39] 晋书·载记.北京:中华书局,1974.
[40] 晋书·舆服志.北京:中华书局,1974.
[41] 晋书·艺术志.北京:中华书局,1974.
[42] 晋书·杜预传.北京:中华书局,1974.
[43] 宋书·本纪.北京:中华书局,1974.
[44] 宋书·百官志.北京:中华书局,1974.
[45] 宋书·律历志.北京:中华书局,1974.
[46] 南齐书·百官志.北京:中华书局,1972.
[47] 南史,卷六.北京:中华书局,1972.
[48] 陈书·本纪.北京:中华书局,1972.
[49] 魏书·官氏志.北京:中华书局,1974.
[50] 魏书·本.北京:中华书局,1974.
[51] 魏书·艺术传.北京:中华书局,1974.
[52] 隋书·律历志.北京:中华书局,1973.
[53] 隋书·天文志.北京:中华书局,1973.
[54] 隋书·百官志.北京:中华书局,1973.
[55] 隋书·艺术传.北京:中华书局,1973.
[56] 古今图书集成·官常典.台北:台湾鼎文书局,1977.
[57] (唐)李林甫.唐六典.北京:中华书局,1992.
[58] (宋)王溥.唐会要.卷四十四.北京:中华书局,1955.
[59] (宋)王应麟.玉海.卷一百二十一.北京:文物出版社,1987.
[60] 北京天文台编.中国天文史料汇编.第一卷.北京:科学出版社,1989.
[61] 新唐书·天文志.北京:中华书局,1975.
[62] 新唐书·百官志.北京:中华书局,1975.
[63] 新唐书·历志.北京:中华书局,1975.
[64] 旧唐书·天文志.北京:中华书局,1975.
[65] 旧唐书·职官志二.北京:中华书局,1975.

[66] 旧唐书·方技.北京:中华书局,1975.
[67] (清)吴任臣.十国春秋·前蜀志.北京:中华书局,1983.
[68] (清)吴任臣.十国春秋·南唐本纪志.北京:中华书局,1983.
[69] (宋)王溥.五代会要.北京:中华书局,1955.
[70] (宋)秦九韶.数书九章.卷十四.宜稼堂版本.
[71] 杜石然主编.中国古代科学家传记.北京:科学出版社,1992.
[72] 华同旭.中国漏刻.合肥:安徽科学技术出版社,1991.
[73] (清)徐松.宋会要辑稿.北京:中华书局,1975.
[74] 宋史·职官志.北京:中华书局,1977.
[75] 宋史·天文志一.北京:中华书局,1977.
[76] 宋史·天文志六.北京:中华书局,1977.
[77] 宋史.卷十一.北京:中华书局,1977.
[78] 宋史.卷四十八.北京:中华书局,1977.
[79] 宋史·律历志.北京:中华书局,1977.
[80] 宋史·方技上.北京:中华书局,1977.
[81] 辽史·百官志.北京:中华书局,1974.
[82] 辽史.卷四.北京:中华书局,1974.
[83] 辽史·历象志.北京:中华书局,1974.
[84] (宋)叶隆礼.契丹国志.上海:上海古籍出版社,1985.
[85] 金史·百官志二.北京:中华书局,1974.
[86] 金史·志四.北京:中华书局,1974.
[87] 金史·张行简传.北京:中华书局,1974.
[88] 元史.卷十~十九.北京:中华书局,1976.
[89] 元史·百官志.卷八十八~九十一.北京:中华书局,1976.
[90] 元史·天文志.北京:中华书局,1976.
[91] 元史.卷五十二.北京:中华书局,1976.
[92] (元)王士点,商企翁.秘书监志.杭州:浙江古籍出版社,1992.
[93] 明史·职官志.北京:中华书局,1974.
[94] 明史·天文志.北京:中华书局,1974.
[95] 明仁宗实录.卷十.北京:中华书局,1974.
[96] 申时行,等修.明会典.卷三十九.北京:中华书局,1988.
[97] 清史稿·天文志.北京:中华书局,1977.
[98] 清史稿·选举志.北京:中华书局,1977.
[99] 清史稿·职官志.北京:中华书局,1977.
[100] 清史稿·钦天监.北京:中华书局,1977.
[101] 清史稿·天文算法.卷一百四十七.北京:中华书局,1977.



[102] 国语.上海:上海古籍出版社,1988.
[103] 王充.论衡.北京大学历史系《论衡》注释小组.北京:中华书局,1979.
[104] 黄帝内经素问.卷二～二十一.上海:上海古籍出版社,1986.
[105] 中国大百科全书·中国传统医学卷·运气学说.北京:中国大百科全书出版社,1992.
[106] 畴人传四编.上海:商务印书馆,1955.
[107] 畴人传·王锡阐传.上海:商务印书馆,1935.
[108] 畴人传·刘湘煃传.上海:商务印书馆,1935.
[109] 畴人传·戴进贤传.上海:商务印书馆,1935.
[110] 汉书·律历志上.北京:中华书局,1962.
[111] 后汉书·皇后纪.北京:中华书局,1965.
[112] 后汉书·方术传.北京:中华书局,1965.
[113] 后汉书·张曹郑传.北京:中华书局,1965.
[114] 后汉书·郑范陈贾张传.北京:中华书局,1965.
[115] 后汉书·苏竟杨厚传.北京:中华书局,1965.
[116] 晋书·载记九.北京:中华书局,1974.
[117] 晋书·艺术.北京:中华书局,1974.
[118] 梁书·处士传.北京:中华书局,1972.
[119] 隋书·天文志.北京:中华书局,1973.
[120] 隋书·艺术志.北京:中华书局,1973.
[121] 旧五代史·周书·太祖纪.北京:中华书局,1973.
[122] 新五代史·司天考一.北京:中华书局,1973.
[123] 宋史·儒林一.北京:中华书局,1977.
[124] 元史·方伎.北京:中华书局,1976.
[125] 元史·赵瑨传.北京:中华书局,1976.
[126] 元史·王恂传.北京:中华书局,1976.
[127] 元史·齐履谦传.北京:中华书局,1976.
[128] 元史·儒学一.北京:中华书局,1976.
[129] 元史·郭守敬传.北京:中华书局,1976.
[130] 授时历历经.载元史·律历志.北京:中华书局,1976.
[131] 清史稿·畴人传.北京:中华书局,1977.
[132] 清史稿·时宪一.北京:中华书局,1977.
[133] 清史稿·儒林一、二.北京:中华书局,1977.
[134] (清)朱一新.京师坊巷志稿.北京:北京古籍出版社,1982.
[135] 北京天文台主编.中国天文史料汇编.第一卷.北京:科学出版社,1989.
[136] 钱宝琮.中国数学史.北京:科学出版社,1964.
[137] 李俨.中算史论丛.第三集.北京:科学出版社,1955.

[138] 杨布生,彭定国编.中国书院与传统文化.长沙:湖南教育出版社,1992.
[139] 朱有瓛,主编.中国近代学制史料.第一辑上册.上海:华东师范大学出版社,1983.
[140] 于希贤.中国古代地理学史略.石家庄:河北科学技术出版社,1990.
[141] 杜石然,主编.中国古代科学家传记.北京:科学出版社,1993.





总 跋

《中国天文学史大系》(以下简称《大系》)的研究和编著计划,创意于20世纪70年代末、80年代初。

早在20世纪70年代后期,在中国科学院的直接领导下,组织有一个中国天文学史整理研究小组,小组的成员分别来自北京天文台、紫金山天文台、南京大学天文系、北京天文馆和自然科学史研究所。这个小组的主要任务是编著一部《中国天文学史》。为了把天文学史的整理研究工作引向深入,小组还编辑了《中国天文学史文集》(1～3辑,科学出版社出版于1978、1981和1984年)、《科技史文集·天文学史专集》(1～4辑,上海科学技术出版社出版于1978、1980、1983和1992年)[①]。

1978年,《中国天文学史》书稿编著完成,交付科学出版社出版。当此之时,中国天文学史整理研究小组的同志们觉得历史上遗留下来的中国天文学史资料浩如烟海;中国天文学的历史发展也极其丰富多彩,既是整个中国文化史上一个富有特色的部分,也是世界科学史上一个极具魅力的部分。已经完成的《中国天文学史》一书虽然达到了一定的深度,在当代中国天文学史众多的出版物中是一部具有较强学术性的综合性专著。但是,总的说来,该书作者们认为,限于篇幅,也限于时间和条件,许多问题总觉得言犹未尽,全书的规模也不能与真实历史的瑰丽多姿相匹配。为此,自1979年起,人们开始思索:是否有可能编著一部与中国天文学的悠久历史和广阔内涵相适应的中国天文学史著作?商议的结果便是《大系》构想的诞生。时在1979年冬。

以后,此构想在全国天文学史界用多种方式征询意见,获得全国天文学界同行的鼓励和支持,构想日渐成熟。

1983年4月,中国天文学史整理研究小组解散,但为了部署今后的中国天文学史研究工作,中国科学院原数理学部在宣布解散该小组的同时,召开了《大系》的工作会议。会上确定了整个《大系》有16个子项目,这些子项目由7个归口单位分工负责。同时确定了以中国科学院自然科学史研究所为主编会议的召集单位。

此后,由于种种原因,主编会议虽开过多次,但核心的问题——科研经费一事

① 第4辑编成于1984年,时中国天文学史整理研究小组已经解散,只因出版社为了保持一定的连续性,编者的名字不宜改得太突然,故仍使用了该小组的落款。至于到1992年始克出版,这是由于种种复杂而可理解的原因所致,在此不赘述。

却始终无法解决。因此，工作始终无法具体落实。这中间虽曾获得一笔国家自然科学基金会的资助，但数额极其有限，整个《大系》工作，仍无法启动。

时间一晃，过了7年，此时得到了两个意外的支持。其一，由于学术界老前辈、自然科学史界的泰斗之一——钱临照院士的关怀和过问，中国天文学界的老前辈王绶琯院士、叶叔华院士的鼎力支持，中国科学院数理化学局给予了经费支持，同时，该局的天文处通过天文委员会的同意也提供了部分经费。《大系》由此得到了启动的科研经费。其二，河北科学技术出版社在省新闻出版局领导的支持下，积极支持大型的、有重大科学意义的著作出版。他们知道了《大系》的编著计划后即向省新闻出版局申请了一笔专项出版基金，总数达70万元之巨。《大系》的著述计划得到了这两项强有力的支持后，遂于1990年秋，在北京召开了工作会议，重新调整的子项目为15个(原定16个子项目的负责人中已有一位英年早逝，一位患中风，无力再承担繁重的工作)，组织起新的工作机构班子，于1991年经费到位后开始工作。

整个计划原定1993年完成，1995年书出齐，但由于种种复杂的原因，直到1997年7月编著工作才基本结束，这中间还包括了两项子课题的调整精减。最终完成的是一部13个子课题的《大系》。当然，作为一件科学作品而言，主持人总觉得有所缺憾，有所不满足。但是，既然主客观条件只能允许做到现在这样的程度，那么，我们也只能实事求是地来承认这个事实，并从客观现实的情况出发来评价这个事实。

第一，《大系》是迄今为止中国天文学史著作中部头最大的一部，其所涉及的深度和广度有许多都超过了以往的有关作品。例如，《中国少数民族天文学史》、《中国古代天文机构与天文教育》、《中国古代天文学词典》等，这些卷的内容过去从未有过完整而系统的研究和著述。这是《大系》的特有产品[①]。

第二，《大系》中其他各卷的内容或多或少，都有前贤们作过探究，但这次聘任的有关各卷主编，均系对各自的课题有过长期研究，多有心得的。在《大系》中他们都作出了最大的努力，即使如古代天文学思想、历法等这类古老的课题，也都有大量超乎前人的发现。至如星占术这一课题，自20世纪80年代以来受到著述家的诸多偏爱。但究其竟，大多为非天文学家的作品，对星占术的研究往往只限于社会学、历史学方面的考虑，而对星占术本身的来龙去脉、结构、原理往往无暇涉及。《大系》中的《中国古代星占学》则弥补了以往学术界的不足，深入到星占术本身的深层结构，剖析了星占术本身的发生、发展和结构、原理，从而为这一方面的研究向学术界提供了一个可靠的基础。又如，关于中国近现代天文学史，过去著述极少，只有以往陈展云、陈遵妫两位天文学界前辈曾作系统的著述。但陈展云先生的作

① “天文机构与天文教育”卷是最早交稿的(1994年)，此后，我们发现在台北市出版了一部讨论天文机构，主要是中央机构的专著。但是，有关天文教育的内容仍未见有系统性的专著问世。

品是内部出版物，传世极其稀少，今已难见到。陈遵妫先生则是在其专著《中国天文学史》第四册辟有第十篇共 9 章 17 万余字来论述这一课题。陈先生是中国现代天文学发展的亲身参加者，其文多有珍贵史料。但无可讳言，其中也有若干出自回忆和传闻。待考之处，在所难免。《大系》中这一课题的主编苗永宽先生，学风极其严谨，断事行文每每必据可靠之档案文献，不可靠的传闻则必摒弃。故其总的篇幅或虽稍少于陈遵妫先生之书，但也每多可以引为参考，或补陈书所不足。至若《大系》其他各卷之长处，读者明智，自有鉴别，也勿庸我们多饶舌自夸。

第三，如同任何事物一样，《大系》自然也是一分为二的。由于种种原因，《大系》还有各种不足。首先，取消了两个子课题，这样一来，"中国天文学史导论"卷的删除，使《大系》缺少了一个总的理论框架和经验总结，并且原定的"中国天文学的起源"和"中国天文学在国外"两卷，也因故而取消，这是非常可惜的事。至于另一个子课题"中国天文文献史料学"一卷，则是属锦上添花的工作，它的被删除虽也有点可惜，但好在整个《大系》已是花团锦簇，暂缺这一项留待他日补裁也不为大害。

其次，由于本人才疏学浅，加之 20 世纪 90 年代以来又复疾病缠身，故对《大系》之学术编辑和加工的力量极其不足，于是许多卷的学术编辑加工仍只得依靠各位主编本身，致使这部由数十人参加编纂的巨著，总不免有互相抵牾各卷中疏漏差错之处也有多寡不等的存在。虽然这一切可以诿之于文责自负，但却给读者带来一些困惑和烦恼。这是作为我本人主其事者所最为不安于心的。在此我们不敢企求读者的原谅，而只是希望读者能严肃而具体地予以批评。这对我们固然是巨大的帮助，而且对整个中国天文学史的工作也是一种促进和帮助。

可以理解的是：像《大系》这样规模巨大的科研、著述工程，自始至终必须有许多单位和个人的大力支持，始克有成。虽然开列一份感谢的名单将会非常困难，但我们总觉得不见诸笔端，内心感到不安，特别有许多老同志，已退休有年，但他们的支持我们是决不能忘怀的。

为《大系》提供研究经费的单位有：中国国家自然科学基金会；中国科学院数理化学局及天文处；中国科学院天文委员会；中国科学院自然科学史研究所。

在为《大系》争取或提供科研、著述经费活动中发挥了重大作用的个人有：

钱临照、叶叔华、王绶琯、钱文藻、李满园、刘佩华、王宜、苏洪钧、汪克敏、汲培文。

《大系》是一项由多系统、多单位参加的大型科研项目。这其间必然涉及大量复杂的科研组织、管理和协调工作，没有这些复杂的工作，《大系》的开展并完成是不可能的。就这一方面而言，《大系》始终依靠着中国科学院原数理学部和改革后的数理化学局的领导。而在早期，数理化学部则是通过天文处来进行领导工作的。

这期间天文处先后有李荣竞、唐廷友、沈海璋、王宜等为《大系》做过许多工作①。尤其是王宜，可谓伴随《大系》立项的始终，为《大系》的组织协调和经费支持，对上下左右做了大量工作，为《大系》排除了许多我们力所不能及的障碍和困难。

20 世纪 90 年代数理化学局的李满园、刘佩华对《大系》作了全力的支持，经过他们的努力，《大系》项目成为中国科学院的一项重点科研项目。他们二位加上王宜和陈美东组成了《大系》工作的协调委员会。

1983 年以后，经数理学部委任，自然科学史研究所成为《大系》主编会议的召集单位，90 年代以后，自然科学史研究所又是编委会主任的所在单位，因此，《大系》作为中国科学院的重点科研项目，自必成了自然科学史研究所历任所长和业务处长议事日程上经常要考虑、研究，并为之解决各种繁杂问题的一件大事。

对《大系》工作予以特别支持的历任所长是席泽宗、陈美东、廖克。其中前二位又是《大系》主编会议成员，他们作为主人，为《大系》出力是当然的。不过，必须指出的是，席泽宗在 20 世纪 80 年代曾作为主编会议的召集人，为《大系》工作的开展贡献了他自己的力量。陈美东为关键的 90 年代初的《大系》经费的获得作出了重要贡献。他还是数理化学局组织的监督《大系》经费使用的 4 人协调委员会成员之一。廖克则对《大系》给予了精神支持，在因各方面的原因使《大系》进度不及原计划时，他给予了理解和鼓励，使我这个项目主持人得以有勇气继续干到底。

自然科学史研究所的历任业务处处长、副处长黄炜、范楚玉、李家明、周嘉华、朱冰对《大系》给予了多方面的支持。吴晓峰也为《大系》后期的经费和上下协调工作方面作出了很多贡献。

至于其他许多有关单位的领导和个人的支持，我们在各卷的主编前言中都可以看到，我们在此也向他们一总致以深切的感谢。没有他们的支持和帮助，《大系》也是不可能完成的。

好了，书归正传，请明智的读者自己来阅读《大系》的正文，如果它能使您感到有所得，那是我们无上的荣光和欣喜；如果它使您感到有所失，那是我们最大的遗憾和不安。我们真诚地请求您给予严格的批评和指教。

《中国天文学史大系》编委会主任　薄树人

1997 年 7 月于病榻上

---

① 上溯到 1983 年以前，中国天文学史整理研究小组的日常管理和领导工作，由数理学部委托北京天文台代管。因此，当时有关的北京天文台的领导，尤其是负责业务领导的副台长洪斯溢，也曾为《大系》计划的形成和宣传贡献过他们的心力。



补 记

薄树人先生的"总跋"是1997年于病榻上写成的。就在其后的两个月，他便走完了人生的最后里程，离我们远去，"总跋"竟成了一曲令人心碎的绝唱。它真实地记录了《中国天文学史大系》（以下简称《大系》）从提出设想到基本完稿的艰辛历程，也寄托了期待《大系》早日出版的殷切希望。

《大系》完全定稿的时间大约是1999年，我们这些还活着的参与者本以为可以顺利出版了，不曾想原来承诺出版《大系》的出版社因故将出版之事一拖再拖，期间，我们期待、焦虑、苦闷之情，难以言表。2006年7月，该出版社以退稿的方式中止了出版合同，这不啻是对我们的致命打击。面对困境，大家合力，起而求生，先后联系七八家出版社，可惜均无果而终。

时光流逝，2006年11月终于迎来柳暗花明的时节。中国科学院自然科学史研究所廖育群所长到昆明开会，遇到中国科学技术出版社副社长吕建华先生，细细谈及了《大系》之事，吕先生对《大系》表示了很大的兴趣，愿意尽快研究出版的事；几乎与此同时，安徽教育出版社的杨多文先生到广州出差，向广东教育出版社副社长陈兵先生介绍了《大系》之事，陈先生也表示了很大兴趣，说可以考虑出版问题。我们对两家出版社怀有同样的感激之情。吕、陈两位都是基于《大系》乃是一个重要学术领域的原创之作的认识和出版社理当出版高水平学术著作的理念而作出判断的，这是出版家所独具的眼光和胸襟。他们对学术的推崇、他们的热情，给人以清新的气息，令人欣喜。

随后的发展，可以说是中国科学技术出版社和广东教育出版社之间的君子之争，这是大家都始料未及的。从出版意愿到完成全部选题审批的程序，两家都需要时间。此外，出版《大系》需要有较大的经费投入，对此必须有所筹措，而从经济实力上看，中国科学技术出版社不占优势。应该说，从办事的节奏上看，中国科学技术出版社要稍稍快一些，这给我们留下深刻的印象。2007年2月，中国科学技术出版社吕副社长与许英副总编率先正式提出了出版《大系》的具体而可行的设想。在征求了王绶琯院士及《大系》大部分作者的意见后，主要基于方便出版具体事项操作的考虑，我们选择了在北京的中国科学技术出版社，而对广东教育出版社表达了深深的敬意。

《大系》由中国科学技术出版社出版之事，得到了国家新闻出版总署有关部门



领导的赞许，他们表示：如果书号有困难，可以向他们申请。《大系》中的《中国古代历法》、《中国古代天文学思想》与《中国古代星占学》3卷很快被选入《中国文库》第三辑。中国科学院国家天文台、中国科学院自然科学史研究所与广州市教育局还愿意继续执行当年购书的允诺。这些都是令人鼓舞的好消息。

自2007年3月开始，《大系》在中国科学技术出版社进入了紧张有序的出版作业，多年修就的善果贡献给读者的时日可待。我们需要感谢的各界贤达，除了薄先生在"总跋"中已提及者之外，自然还应包括上述诸位。

陈美东

2007年6月于北京

中国天文学史大系

中国古代天文学思想

中国古代历法

中国古代天象记录的研究与应用

中国古代星占学

中国少数民族天文学史

中国古代天体测量学及天文仪器

中国古代天文学的转轨与近代天文学

中国古代天文机构与天文教育

中国古代天文学家

中国古代天文学词典

中国古代天文机构与天文教育



定价：66.00 元